LEZIONI
DI FISICA
SPERIMENTALE.

LEZIONI DI FISICA SPERIMENTALE

DEL SIG.

ABATE NOLLET,

Dell' Accademia Reale delle Scienze di Parigi, e della Regia Società di Londra.

TOMO SECONDO.

IN VENEZIA,

MDCCXLVI.

Presso GIAMBATISTA PASQUALI.

CON LICENZA DE' SUPERIORI, E PRIVILEGIO.

LEZIONI DI FISICA SPERIMENTALE.

LEZIONE V.

Sopra il Moto composto, e sopra le Forze centrali.

PRIMA SEZIONE.

Del Moto composto.

CHiamasi *Moto composto* quello d' un corpo determinato a muoversi da più cagioni o potenze, le quali operano secondo direzioni differenti; tal è, esempligrazia, il moto d' un battello, che mantiensi nella direzione del canale A B, e ubbidisce nello stesso tempo alle due potenze C, D, *Figura* 1.

Siccome il moto semplice ha le sue leggi, così ha le sue ancora il moto composto; e possono tutte riferirsi ad una sola, la quale è enunciata

nella Propoſizione ſeguente, e della quale elleno ſon tutte conſeguenze.

LEGGE DEL MOTO COMPOSTO.

Quando un corpo è meſſo in moto da più potenze, che operano nel medeſimo tempo, e ſecondo differenti direzioni, o ſtaſſene in equilibrio; ovver piglia un moto, che ſeguita la proporzione o relazione, ch' hanno tra loro le potenze per la velocità; e riceve una direzione media tra quelle delle potenze, alle quali ubbidiſce.

Imperocchè quando due potenze oprano nel medeſimo tempo ſopra un mobile; o elleno ſono direttamente oppoſte, come A, E, *Fig.* 2. ovver le loro direzioni fanno angolo inſieme, come B M, ed F M, C M, e G M, ec. poichè ſe ſi uniſſero, come ſi vede in N, egli è evidente, che concorrerebbono nella medeſima direzione, e ne riſulterebbe un moto ſemplice, la cui velocità ſarebbe il prodotto delle due forze: di maniera che ſe l'una delle due foſſe capace di tirare o di ſpingere il corpo M in N, ambedue inſieme, che ſuppongonſi eguali, lo farebbono andare ſino in K.

Se le due potenze ſono oppoſte nella medeſima linea, il mobile, ſopra il quale elleno adoperano, rimane in equilibrio fra eſſe, in caſo d'egualità; imperocchè non è poſſibile ch' egli vada nello ſteſſo tempo a deſtra ed a ſiniſtra; e perchè volgerebbeſi egli piuttoſto a una parte che all'altra, ſe dall'una prova tanta reſiſtenza, quanta ſoffre impulſione dall'altra?

Ma ſe le potenze ſono ineguali, il mobile ubbidi-

bidifce alla più forte delle due, fecondo la loro differenza; vale a dire, che fe E è verfo a come 3 è verfo 2, il corpo M ubbidifce alla prima; come fe il fuo valore foffe 1, differenza di 3 e 2. Così effendo le potenze direttamente contrarie, ne rifulta o la quiete, od il moto femplice, ma ritardato.

Quando le potenze fono dirette in tal maniera che facciano angolo, o (ch'è la fteffa cofa) che le lor direzioni s'incrocicchino nel mobile, come B*b*, F*f*, allora il moto fi compone in velocità e in direzione, e l'una e l'altra fi mifura per la diagonale del parallelógrammo, co' lati del quale fono efpreffe le potenze. Spiegheremo ciò, confiderando feparatamente nella *Fig.* 3. le due potenze C, G, ed il mobile M della *Fig.* 2.

Supponiamo dunque, che il corpo M fia tirato nel medefimo tempo da due forze C, G, che noi facciamo eguali efprimendole con due linee della medefima lunghezza; che ciafcuna di quefte linee fia divifa in fei fpazj eguali, e diftinti con cifre e con lettere. Immaginiamoci, che CM fia un regolo, ful quale fi fa il moto dall'insù all'ingiù, mentre effo regolo fi muove parallelamente a fe fteffo fulla linea MG. Egli è certo, che effendo il regolo mobile pervenuto alla cifra 1 della linea MG, il corpo M farà difcefo d'una pari quantità, e ch'egli non farà nè nel punto 1, nè nel punto *a*, ma in *b*; fimilmente nel tempo che il regolo giungerà alla cifra 2, il corpo M difcenderà ancor uno fpazio, e fi troverà nel punto K. Il che continuando fempre all'ifteffo modo, durante il moto parallelo del regolo fopra MG, fi vede che il mobile M avrà paffato fucceffiva-

mente per tutti i punti della linea M*n* diagonale del parallelogrammo M G*n* C, i cui due lati G M, C M, esprimono la relazion delle potenze.

La lunghezza di questa diagonale M*n* dà la velocità del moto composto, che, come si vede, non è mai così grande, come la somma delle due velocità che la fan nascere; imperocchè M*n* non eguaglia M G, e M G prese insieme. E se queste due forze concorressero a spignere il mobile in una medesima direzione, elleno gli farebbono fare più strada di quel che ne fa, quando lo sollecitano ad andare verso due punti differenti. Ma mentre così ubbidisce all' una ed all' altra nel tempo medesimo, arriva per una strada più corta al termine delle due tendenze.

Questa medesima linea diventa più corta, secondo che le direzioni delle potenze fanno tra esse un angolo meno acuto; imperocchè nel caso, che queste potenze oprassero secondo le linee HM, DM, *Fig.* 2. la diagonale sarebbe M I, più lunga che non fora L M, od O M, se loro azioni fossero espresse per G M, C M, ovver per B M, F M.

Di tutte le posizioni, che possono prendere tra esse due forze che adoperano nel medesimo tempo sopra un mobile, una sola ve n' ha che rende le loro azioni reciprocamente indifferenti; cioè quando le lor direzioni fanno tra esse un angolo retto, come C M, G M, *Fig.* 3. Imperocchè quella che opra orizzontalmente, tende a condur il mobile alla distanza G, e gli è indifferente che sia condotto in G, o in N*n*, o in tutt' altro punto preso in cotesta linea. Parimenti quella che opra verticalmente, esige, che il mobile arrivi ad una

una distanza eguale ad M C, e questa distanza dall' alto al basso trovasi per tutto nella linea C *n*. Così quando l' una e l' altra forza adopera nel medesimo tempo, ciascuna d' esse esercitasi sopra il mobile, come se fosse libero dalla parte dell' altra; elleno in sostanza nè s' ajutano, nè si nuocono.

Ma non è già così, se l' angolo che queste due potenze fanno tra esse, è ottuso, o acuto: nel primo caso elleno si distruggono in parte, e nell' altro s' ajutano scambievolmente. Se, per esempio, le due forze fanno fra esse l' angolo R P Q *Fig.* 5. il mobile viene in S, e la potenza P Q è diminuita della quantità T Q, od S*t*; ed al contrario se le potenze sono dirette in tal maniera che facciano tra esse un angolo simile a V X Y *Fig.* 6. il mobile viene in *u*, e la potenza X Y è accresciuta d' una quantità eguale a *Zu*, o *Yy*.

La diagonale, di cui parliamo, dà pure la direzione del moto composto; imperocchè se si applica a qualunque altro parallelogrammo il raziocinio che fatto abbiamo, quando sonsi per noi supposte le potenze eguali fra esse, come i due lati d' un quadrato perfetto, si vedrà, che questa linea non resta egualmente distante dall' una e dall' altra potenza, fuorchè nel caso d' egualità; e che quando le forze sono ineguali fra esse, la diagonale è più inclinata a quella delle due che è la più grande, come veder si può considerando la *Figura* 4.

Da questi principj ne segue, che se si sa l' angolo di direzione delle potenze, ed il loro grado di forza, si conosce altresì l' effetto, ch' elleno debbono produrre sul mobile; cioè il suo

gra-

grado di velocità, e la ſtrada ch' egli dee tenere. Imperocchè vedeſi dalle Figure 3, 4, 5, e 6. che ſe ſi eſprime il valore delle potenze, e la lor direzione con linee, che ſi congiungano da un capo, fondando un parallelogrammo ſu coteſti due primi lati, la diagonale darà quello che ſi cerca.

Segue in oltre, che ſe conoſceſi l' effetto comune di due potenze ſopra un medeſimo mobile; e lo ſtato dell' una delle due, voglio dire la ſua direzione ed il ſuo grado di forza, ſi può giudicare del valore e della poſizione dell' altra. Se io ſo, per eſempio, che un mobile è ſtato portato da P in S *Fig.* 5. per l' azione di due forze, una delle quali è eſpreſſa per P R, tiro la linea S Q parallela ed eguale a P R; e terminando il parallelogrammo, vedo, che P Q è l' altra potenza maggiore che la prima, e che fa con eſſo lei l' angolo di direzione R P Q.

Noi verremo quì accoppiando le prove d' eſperienza alle ſpiegazioni ed alle ragioni, che abbiamo eſpoſte: e per procedere con ordine, conſidereremo prima gli effetti di due potenze direttamente contrarie; e vedremo poi come ſi compone il moto prodotto da due forze, le direzioni delle quali s' incrocicchiano nel centro del mobile.

Supponiamo in oltre che la ragione mutua delle forze reſti coſtante; cioè che per tutto il tempo ch' elleno oprano ſopra il mobile, non avvenga ad una delle due alcun cambiamento, che la faccia più, o men differenziarſi dall' altra, in guiſa che s' elleno ſono eguali ſul bel principio, queſta egualità perſeveri ſino al fine: il che può beniſſimo ſuſſiſtere con diminuzioni cagionate dalla reſiſtenza de' mezzi, o da

sfre-

sfregamenti, purchè queste alterazioni sieno eguali de' ambedue le parti.

PRIMA ESPERIENZA.

PREFAZIONE.

La *Fig.* 1. rappresenta una tavola rotonda, la quale porta nella sua circonferenza delle carrucole che si rispondono; come A, B: si fan passare per la girella d'esse due corde C A E, C B D, che da una parte s'attengono al mobile C, e che dall'altra sostengono un peso di piombo D, E.

EFFETTI.

Se i due pesi sono eguali, il corpo C resta in equilibrio per tutto, dove si trova nella linea A B; se il peso E pesa 2. oncie, e D ne pesa sol una, il corpo C è trasportato verso A, come se E pesasse un'oncia, e non vi fosse alcuna resistenza in D: il che si riconosce esponendo sotto la sua caduta una piccola conca piena di terra molle, nella quale egli fa uno sprofondamento, che si può misurare, e paragonare.

SPIEGAZIONI.

Si chiama *equilibrio* in generale lo stato d'un corpo, che viene sollecitato di muoversi per due versi opposti con forze eguali. Questa doppia tendenza non può avere il suo effetto, a cagione che le forze che la producono, quinci e quindi sono egua-

eguali; laonde quanto dura tale egualità, tanto restá il mobile in quiete. Questa è pure la ragione, per la quale il corpo C della nostra esperienza resta per tutto dove si trova, nella linea che unisce le due potenze, quando i pesi, E e D sono eguali.

Ma se l' uno de' due viene a crescere, l' equilibrio è subito rotto, ed il mobile ubbidisce al più forte. Non gli ubbidisce tutta volta, se non quanto egli eccede il più debole; imperocchè la resistenza di questo non è annichilata, sussiste sempre, ed il suo effetto è di consumare una forza contraria ed eguale alla sua; perciò quando il mobile C è trasportato dal peso E, ciò non può essere se non per la quantità, onde quest' ultimo supera il primo.

APPLICAZIONI.

Tutti i corpi che sono stretti, o ritenuti fra una potenza, ed un punto d' appoggio, sono altrettanti esempj che rappresentano quello, che abbiamo quì provato colla precedente esperienza: imperciocchè sappiamo per la terza legge del moto semplice, che la reazione è eguale all' azione od alla compressione: così quando un falegname strigne un pezzo di legno tra il suo panco, e l' uncino, lo fissa tra due potenze eguali: la medesima cosa si dee dire d' un pezzo di ferro ritenuto nella morsa d' un fabbro; d' una corda tesa tra due punti fissi; d' un battello attaccato ad un paletto per resistere alla violenza della corrente ec.

Due pesi eguali sono in equilibrio, e per conseguenza restano in riposo a' due capi d' una corda

da che abbraccia una carrucola, finchè questa corda è eguale da una parte e dall'altra; imperocchè allora ciascun peso è tanto tirato in sù dal suo antagonista, quanto in giù dalla sua propria massa. Ma se la corda diventa più lunga da un lato che dall' altro, l' equilibrio più non sussiste; il peso della quantità eccedente è una nuova potenza, che ajuta a discendere de' due pesi quello che è il più basso. Quest' è una cosa, alla quale si dee por mente, quando si fabbricano macchine per trar dell' acqua, per cavar pietre, ec. da sotterranei profondissimi, o per alzare de' pesi ad altezze considerabili: se si tralasciasse di mettere in conto il peso delle corde, si cadrebbe spesso in errore; imperocchè coteste corde sono d'ordinario pesantissime, e quand'elleno sono stese per tutta la loro lunghezza, molto aggiungono alla resistenza che si vuol vincere: di ciò può uno accorgersi sensibilmente, quando tira da una gran profondità una secchia piena d'acqua; egli ha da fare più sforzo, quando la secchia comincia a salire, che quando è per giungere all' alto.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina che è rappresentata con la *Figura* 8. è un piano verticale d'un piede cubico, elevato sopra una base: in H è un punto fisso, al quale è attaccato un filo, che passa sopra una carrucola G, e che porta nella sua estremità un piombo F. La carrucola G è mobile sopra due fila di lettone, tese parallelamente da H in I, ed ella ti-

rasi

rasi con un filo che passa sopra una carrucola fissata in I.

EFFETTI.

Quando tirasi la carrucola da G in I, il peso monta per la diagonale F I.

SPIGAZIONI.

Il corpo F è messo in moto da due potenze, una delle quali esige, ch' egli s' alzi d'un altezza eguale a F G; e l' altra, ch' egli s' avanzi d' una lunghezza eguale a GI. Imperocchè il punto fisso che ferma il capo del filo in H, e che cagiona l' elevazione del mobile F, debbe considerarsi, come una potenza eguale a quella, che tira la carrucola mobile verso il punto I. Se queste due forze avessero i loro effetti separatamente, il piombo percorrerebbe successivamente le due linee F G, e G I; ma perchè elleno operano nel medesimo tempo, e sono eguali fra esse, il mobile s' avanza del pari, ed a misura ch' egli monta; il che fa ch' egli muovesi nella diagonale F I.

Questa esperienza fa molto ben vedere quello, che abbiamo dato come una supposizione nella *Fig.* 3. Imperocchè il filo F G che tiene il piombo sospeso, rappresenta il regolo mobile, che si può considerar come diviso in sei parti eguali, e che scema di lunghezza a misura ch' egli s' avanza sopra ciascuna delle sue parallele segnate sul piano: è la stessa cosa che il corpo F ascenda avanzandosi sul filo, o che questo filo, alla cui estremità il corpo è fissato, scemi di lunghezza: se

egli

egli ſcema dunque d' una parte, quando ſarà giunto alla prima parallela il piombo ſarà in *a*: ſe di nuovo egli ſcema d' una parte, avanzandoſi alla ſeconda parallela, il piombo ſi troverà in *b*; e così di mano in mano, ſin a tanto che il mobile abbia percorſa tutta la linea F I.

APPLICAZIONI.

I voli, che s' imitano nelle Rappreſentazioni Sceniche dell' Opera, e negli altri Spettacoli, s' eſeguiſcono per via d' una meccanica molto ſimile a quella, che impiegata abbiamo nella Sperienza quì ſpiegata: s' avverte ſolamente di proporzionare i pezzi agli sforzi che debbono ſoſtenere, e per naſcondere più, che ſi può le corde agli occhi dello ſpettatore, ſi fanno con fila di letone aſſai ſottili, e in aſſai numero, per conciliare ad un tratto la forza, e la fleſſibilità.

L' uſo inſegna a un barcajuolo, che egli non dee per la più corta linea dirigere il ſuo battello ſul fiume per arrivare al punto men lontano della riva oppoſta: egli ſa, che ſe tendeſſe da P in R, *Fig.* 1. arriverebbe in qualche luogo più ſotto, come in S; ſi dirige più toſto verſo T, e la forza della corrente lo rimena a poco a poco al punto prefiſſo, facendogli deſcrivere una linea curva.

La ragione di queſt' effetto preſentaſi da sè medeſima, quando ſi pon mente, che il battello ſpinto in una direzione che non è quella della corrente, compone il ſuo moto delle due forze, delle quali egli prova l' azione: quindi vedeſi che

che quando una delle due cresce, convien che l' altra cresca a proporzione, se si vuol conservare lo stesso effetto. Se il crescimento dell' acque rende il corso più rapido, è di mestieri faticar di più per giungere al medesimo termine; ovvero bisogna dirigere il battello a più alto segno, e così vediamo fare ai barcajuoli appostati sù i porti per lo pubblico passo.

I pesci ci somministrano un esempio di moto composto considerabilissimo. Quando vogliono andare da una banda, o dall' altra per fianco, battono d' un colpo l' acqua colla coda; non cedendo il fluido così presto come è battuto, serve di punto d' appoggio al corpo del pesce per voltarsi a dritta o a sinistra. Ma quando l' animale vuole progredire innanzi, questo moto è ognor preceduto da due colpi della coda medesima dati in un subito, e per contrarj versi; il corpo piglia allora un moto composto di due impulsioni, egli non va nè a dritta, nè a sinistra, ma in una direzione che tiene il mezzo fra l' una e l' altra.

Questa maniera di andare innanzi per via di moti obliqui ed opposti gli uni agli altri, si può ancora osservare nella maggior parte de' rettili; come i serpenti, le biscie, le vipere ec. L' uso di cotesti animali di servirsi di questi due moti, e di combinarli insieme, dà loro facilità non solamente di fuggire con gran prestezza, ma anche d' ingannar quelli che li perseguitano, con la destrezza d' un andamento tortuoso.

Gli uccelli, e la maggior parte degl' insetti alati, compongono i loro voli, quando debbono far qualche giravolta: battono l' aria con un' ala o più for-

fortemente, o più frequentemente, che con l'altra; e ciò si può agevolmente osservare nel guatar il volo d'una farfalla: l'irregolarità de' suoi moti è un effetto, ed una prova sensibilissima dell'azione ineguale delle sue ali.

L'arte imita in qualche maniera questo natural meccanismo, onde gli animali compongono i loro moti. Noi vediamo tutto dì arrivare sù la Senna de' battelli di fieno, che non hanno altri motori, che la corrente del fiume, ed un piccolo remo corto, un po' largo, che un uomo fa muovere continuamente da dritta a sinistra, appresso a poco come la coda d'un carpio, che nuota avanzando.

Ma un'imitazione ben perfetta, e curiosa di questi moti composti è l'apparato mirabile, e il servizio marinarasco d'una galera, ove si vede il buon ordine, e l'uso, onde impieganfi con incredibil destrezza più ordini di remi per variare le velocità, e le direzioni del vascello secondo l'uopo occorrente.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

ABCD, *Fig. 9.* è un picciolo trucco, ad un capo del quale sollevasi perpendicolarmente un palchetto, che porta due ali, che si girano, E, F; a caduna di queste ali è sospeso un martello d'avorio, che si muove liberamente attorno del punto G. Si dirigono i martelli come si vuole, girando più, o meno le ali, che li portano, e si regolano le loro velocità con quella proporzione, che si desidera, facendoli

cadere per archi più, o meno grandi; ma sempre nel tempo istesso sopra una palla d'avorio situata in H.

EFFETTI.

Quando i martelli hanno velocità eguali, e le ali sono egualmente inclinate alla linea HI, la palla dopo la percossa segue quest'ultima direzione. Se i due colpi sono ineguali, o le direzioni differentemente inclinate, la palla descrive una linea, che si scosta più, o meno da HI, come HB, HK, secondo la ragione, e proporzione delle forze, che l'hanno determinata a muoversi.

SPIEGAZIONI.

Quest'esperienza si deve spiegare, siccome la precedente: un de' martelli, che operasse solo, spignerebbe la palla nella sua direzione; ella andrebbe verso M, o verso N; ma quando oprano tutti e due nel medesimo tempo, come non è possibile, che un medesimo mobile portisi in un tratto verso due opposti punti, la palla così percossa piglia un moto, che partecipa delle due velocità, e delle due direzioni. Quello, che con questo esempio di più si vede, è, che queste due forze una volta impresse da cause, che quindi cessano d'oprare, hanno il medesimo effetto, e compongono il moto del mobile, come se le loro azioni fossero continue; imperocchè s'è dovuto osservare, che i due colpi di martelli oprano sù la nostra palla ciò, che le due fila tirate nel mede-

medesimo tempo han fatto sul piombo della seconda esperienza.

APPLICAZIONI.

Quello, che si getta per la portiera d' una carrozza, che corre, o sù la riva, quando si è in una barca trasportata dalla corrente, ovvero di fianco correndo a cavallo, non arriva mai al termine, che un si è presisso, se si bada alla sola impulsione del braccio. Imperocchè, oltre di questa, si deve ancora far caso del moto della carrozza, della barca, o del cavallo, ch' è comune al mobile, ed alla mano: laonde quando si salta fuori d' una carrozza, o d' una barca, che sieno in moto, si deve prevedere, che si cadrà al di sotto del sito, che si ha di rimpetto nel momento, che si sbalza fuori. Ma non si dee già credere, che gli accidenti, che in simil caso occorrono, nascan perchè il movimento composto, diventando più obliquo, non porta il corpo abbastanza lungi, sì che si tocchi terra, o si scansi la ruota; imperocchè veder si può dalla *Figura* 3. che se la linea M C rappresenta il corpo della vettura, l' estremità *n* della diagonale n' è tanto discosta, quanto il punto G; ma il mal viene, perchè non si prende tutta la velocità, che si crede, avendosi per punto d' appoggio un piano, che non è fisso, ed il moto del quale occasiona bene spesso un' inopinata caduta.

Un nocciolo schiacciato obliquamente, e che scampa dalle dita, è un altro familiarissimo esempio del moto composto di due impulsioni, i cui effetti sussistono, quantunque le cause abbiano

ceſſato d'oprare . Queſto fatto ne riduce a me-
moria un altro , ch'è men comune ; ma ch'è
non pertanto notiſſimo a' Giuocatori di trucco.
Se colla mano in taglio ſi urta una palla fuor
del piano del ſuo Equatore , ch'è perpendicola-
re al tapeto , ſul quale ella è poſta , sfugge da
bella prima innanzi , come il nocciolo ſchiaccia-
to obliquamente da due lati ; ma quel , che par
ſingolare , ſi è , che dopo d'aver così avanzato
otto , ovvero dieci pollici , ella ritorna , aggiran-
doſi verſo il luogo , dond'è partita .

Queſto fatto ſi ſpiega facilmente , quando ſi
fa attenzione , che colpendo la palla di trucco
nella ſopraddetta maniera , le ſi fan prendere due
ſorte di moto : uno cioè in linea retta , ch'
ella ha ſeguitato da prima , ed un altro di ro-
tazione ſopra sè ſteſſa , e per un verſo contrario
al ſuo moto diretto . Queſt'ultimo moto non ſi
ſcorge , finchè la palla non tocca il tapeto , o vi
sdrucciola ſopra con troppa velocità ; ma quan-
do il moto diretto è rallentato pegli sfregamen-
ti , sì ch'ella viene a poſar ſul tapeto , il mo-
to di rotazione , che faſſi pel contrario verſo ,
la rimena vero il luogo , dond' ella è partita ;
imperocchè non è poſſibile , che una palla giri
ſopra un piano ſenza mutar luogo , s' ella toc-
ca coteſto piano con l' Equatore della ſua ro-
tazione , quando non ſi ſuppongano delle ſuper-
fizie ſenza sfregamenti ; il che non trovaſi nel-
lo ſtato naturale .

Sin quì conſiderato abbiamo il moto compo-
ſto di più forze , che fra lor conſervano una re-
lazione coſtante : eſamineremo adeſſo , in qual
maniera ſi componga il moto , quando queſte re-
lazioni ſi cambiano . Quando , eſempigrazia , di
due

due potenze; che operano nel medesimo tempo, l'una diventa più forte, o più debole; ovvero (il che si riduce alla stessa cosa) quando avendo un mobile ricevute due impulsioni, che compongono il suo moto, trovansi delle cause straniere, o accidentali, che diminuiscono, o aumentano una delle due; come se, per esempio, *Fig.* 8. il filo FH della seconda esperienza, in vece di accorciarsi sempre d'una parte, a misura che arriva a ciascuna delle parallele, scemasse d'una, e poi di due ec. o al contrario.

Si è potuto osservare per le prove, e per gli esempj da noi riferiti, che il moto composto si fa sempre in linea retta, ogni volta che il mobile ubbidisce a due potenze, che perseverano nella medesima relazione fra esse; o sia che niun cambiamento ricevano, o che i cambiamenti sieno eguali, o proporzionali quinci, e quindi; perchè gli effetti di cadaun istante mh, hk, kl ec. *Figura* 3. e 4. s'incontrano nella stessa direzione, e la loro somma produce la diagonale Mn. Ma così non è, se la relazion delle potenze si cambia: il prodotto di ciascun tempo infinitamente piccolo è una linea retta, che il mobile descrive sempre in conseguenza della legge stabilita di sopra; ma ciascuna di coteste linee ha la sua direzione particolare, secondo lo stato attuale delle potenze; come si può vedere dalla *Figura* 10. Imperciocchè, se il mobile M è spinto orizzontalmente da una forza, la cui azione sia eguale in tutti gl'istanti, e nel medesimo tempo egli ubbidisca ad un'impulsione dall'insù all'ingiù, che sempre maggiormente cresce, come gli spazj Ma, ab, bc ec. nel primo tempo il corpo M arriverà in 1; sul fi-

me del ſecondo al punto 2, poſcia al punto 3 ec. Ciaſcuna di queſte linee, come ſi vede, è una piccola diagonale; ma della ſerie loro ſi forma una curva, la quale varia, come la relazion mutua delle potenze: queſta teoria ſi renderà ſenſibile colle due eſperienze, che ſeguono.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina rappreſentata dalla *Figura* 11. è formata di due piani elevati verticalmente, de' quali l'uno ABC, più ſporgente dell' altro, è tagliato in profilo in porzione di circolo cominciando dall' alto, e laſcia in queſta parte una ſpezie di grondaja AB tra eſſo, e l' altro piano, ch' è più ſcoſtato. Queſt' ultimo è diviſo da B in D in tre parti eguali, e da B in C in tre parti ineguali, che vanno creſcendo, come 1, 3, 5. Negli angoli, che formano tra eſſe le linee di diviſione, ſi ſon fiſſati alcuni anelli perpendicolarmente al piano, ed il tutto ſoſtienſi da una baſe, che ſi mette di livello per mezzo di tre viti.

EFFETTI.

Laſciaſi cadere una palla di metallo per la grondaja AB, ed ella deſcrive la curva BEF, paſſando per li anelli.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Quando la palla è arrivata dal punto A al punto B, per l' arco di cerchio, ch' ella descrive, ha acquistata una certa velocità, con la quale scappa nella direzion BD; ed in conseguenza della prima legge del moto semplice, ella seguirebbe cotesta linea, se niente le si opponesse: ma questa palla è pesante, ed il peso, come appresso vedremo, è una forza, la cui direzione è dall' alto al basso, e che dà al mobile una velocità accelerata; laonde, quando la palla è giunta al punto B, e cessa d' essere sostenuta dalla grondaja, trovasi sottomessa a due potenze; l' una, ch' è la sua velocità acquistata discendendo dal punto A; l' altra, ch' è il suo proprio peso. La prima, che ha la sua direzione verso D, è uniforme; la seconda, ch' è diretta verso C, è accelerata: così non essendo gli spazj, che questa palla percorre discendendo, eguali tra essi, nè in una proporzione, od ordine costante, con quei, ch' ella percorre progredendo innanzi; il cambiamento di direzione, ch' ella prova ad ogn' instante, gli fa descrivere la curva BEF.

APPLICAZIONI.

Esempj innumerabili fan vedere, che la gravità de' corpi cambia il moto loro, quando non son diretti, com' essa: ella è una forza, che ha il suo effetto, come ogni altra in caso simile; e quando ella non scorgesi, ciò è, perchè l' altra

potenza, che opera nel medesimo tempo sopra il mobile, è molto più grande.

Una palla di calibro tirata lungi settanta passi, non sembra essersi abbassata: se un ne giudica dalle apparenze, direbbe, ch'ella ha seguitata la sola impulsione della polvere; e che il suo peso non c'è entrato per niente nel di lei moto, poichè ella pare essersi mantenuta nella vera direzion del cannone.

Ma conviene por mente a due cose; la prima si è, che la velocità della palla in una tale distanza è sì grande, che il suo peso non la farebbe discendere, se non d'una quantità piccolissima, s'ella si lasciasse liberamente cadere durante un simil tempo: imperciò questa caduta non dev'essere più notabile, quando un altro moto trasporta il mobile. La seconda (e questa è la ragion più forte) si è, che le canne dell'armi da fuoco sono più grosse verso la loro culata, che nella sboccatura, di maniera che la linea di mira G H, e la vera direzione della palla, s'incrocicchiano per istrada; come si può vedere dalla *Figura* 12. Laonde, quando si crede diriger la palla in H, ella dirigesi veramente in I; e se si tira ad una convenevole distanza, e l'impulsione della polvere sia proporzionata al peso della palla, e l'angolo formato dalla linea di mira, e la direzion della canna interiore sia in una buona proporzione, l'effetto del peso farà gir basso il colpo la quantità d'I H, e si toccherà, mercè d'un moto veramente composto, lo scopo prefisso, non avendosi riguardo fuorchè al moto semplice impresso dalla polvere infiammata.

Tutti

Tutti i fucili dunque alzano il colpo; e quando un si lamenta di ciò, non si ha da intendere, che si lamenti, se non di quelli che l'alzano troppo; imperocchè, se la canna fosse per tutto della medesima spessezza, il raggio visuale sarebbe parallelo alla direzione della palla; il peso di piombo sarebbe di necessità abbassare il colpo, e l' arme così male costrutta porrebbe chi tira in necessità d' aver riguardo all' effetto della gravità.

Tutti i corsi d' acqua, che non sono perpendicolarmente all' Orizzonte, ci fanno ancor vedere de' moti composti in linee curve, mercè di quelle forze, le cui azioni non restano costantemente nel medesimo ordine in tutti gl' instanti. L' acqua, che cade da una grondaja, esempigrazia, parte orizzontalmente con una velocità ch' ella acquista discendendo dal tetto, e questa velocità da sè stessa è uniforme; ma nel medemo tempo ella tende a muoversi dall' alto al basso con una forza, che cresce in tutti gl' instanti. Da questa doppia tendenza nasce una curva, che un corso d' acqua successivo rappresenta agli occhi, e la sua estremità, ove terminasi la caduta, portasi avanti tanto più lungi, quanto la velocità orizzontale è maggiore; il che osservar si può, quando il defluvio è più abbondante: imperocchè, essendo allora più considerabile la massa dell' acqua, ella è altresì meno ritardata dagli sfregamenti, o dalla resistenza dell' aria.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sopra due corde di minugia forte, e parallelamente tese da un capo all' altro della camera, si fa sdrucciolare la tavoletta L M, *Figura 13.*, la quale tirasi per via d' una funicella che passa sù la carrucola di tramando N: nel mezzo di cotesta tavoletta mobile v' è un foro, o sia un capo di cannoncino, ov' è inserto un piccolo cilindro di legno duro, e che può moversi da giù in sù senza uscire; di sotto sta un martello sospinto da una molla, che si tende, quando fassi passar il manico del martello per la chiocciola L, dov' è ritenuto da una chiavetta O. Quest' ultimo pezzo s' attiene ad una cordicella di due o tre piedi di lunghezza, ch' è attaccata come le due corde al muro; mettesi una palla d' avorio, e di calibro nel piccolo cannoncino, e tirasi la tavoletta più uniformemente che si può, e con una velocità capace di farle percorrere otto o dieci piedi in un secondo.

EFFETTI.

Quando la tavoletta ha percorso in circa il terzo del suo cammino, la chiavetta ritenuta dalla cordicella, alla quale ella è attaccata, fa operar l' ingegno o la molla, donde è spinto il martello; ed allora il colpo dato per di sotto al picciolo cilindro, comunicasi alla palla d' avorio: questa sbalza dal cannoncino, e si solleva; e va a ricadere

dere per una linea curva su la tavoletta che ha continuato ad avanzare, mentre la palla era in aria.

SPIEGAZIONI.

Se la tavoletta MI. restasse in quiete, mentre il martello imprime la sua impulsione, è manifesto, che la palla si solleverebbe perpendicolarmente per la linea P*p*; è certo ancora, che se la palla avesse un solo moto comune con la tavoletta, non uscirebbe, come non esce la tavoletta, dalla direzione orizzontale; ma s' ella parte co' due moti insieme, la legge del moto composto vuole, ch' ella prenda una direzione media, e che sollevisi per una linea obbliqua all' Orizzonte, qual è PQ, o PR. Una volta ch' ella è determinata a moversi in una di queste linee, continuerebbe via via così in conseguenza della prima legge del moto semplice, se la sua gravità non vi mettesse ostacolo. Questa potenza, che risiede stabilmente in lei, e che ognor la sollecita a discendere, l' allontana sempre più dalla direzione ch' ella ha; e però che gli spazj ch' ella percorre da sù in giù, van sempre crescendo (il che spiegheremo più precisamente ragionando delle leggi della gravità) avviene, che nel tempo ch' ella averebbe consumato in percorrere la linea PR, giunge al punto S per la linea PTS; e la tavoletta che non ha interrotto il suo movimento, ritrovasi sotto la palla nel fin della sua discesa.

AP-

APPLICAZIONI.

L'Esperienza che abbiamo poc'anzi spiegata, somministra risposte alle seguenti dimande.

1.° A qual sorta di pericolo sarebbe esposto un mozzo di nave, il quale si lasciasse cadere dall' alto al basso della gabbia, mentre il vascello è alla vela? Correrebbe egli il rischio di cader nel mare, o pur la sua caduta stramazzerebbelo sul ponte?

2.° Che avverrebbe di una melarancia, cui studiasse un uomo che corre a cavallo, di scagliare perpendicolarmente all' Orizzonte? La velocità del cavallo lascerebbela indietro?

3.° Supponendo che la terra giri sul suo asse in ventiquattr' ore, e che un cannone, o un mortajo collocato sotto l' Equatore avesse un moto d' Occidente in Oriente, che appresso a poco corrispondesse a duecento cinquanta pertiche per secondo, la palla, che venisse tirata perpendicolarmente, seguirebb' ella questa direzione, tanto ascendendo, che discendendo?

Segue dalle precedenti Spiegazioni, che il mozzo caderebbe a' piedi dell' albero per una linea, che parrebbe verticale a quelli che fossero sul vascello; ma la cui curvità scorgerebbesi benissimo, se si stesse sul lido: imperocchè è vero che tal caduta sarebbe parallela all' albero ch' è diritto; ma i differenti punti dell' albero, ai quali corrisponderebbe il mozzo cadendo, sarebbono più avanzati gli uni che gli altri nella direzione orizzontale, e la loro serie troverebbesi in una linea curva, perchè la caduta si fa con una velocità accelerata; il che facil-

facilmente s' intenderà, se prendasi per l' albero la linea M *f* della *Figura* 10. gli spazj intercetti fra le lettere M, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* per lo cammino che percorre il mozzo in tempi eguali cadendo, e la linea M *c*, od *f* 6 per lo spazio orizzontalmente scorso dal vascello.

La melarancia, e la palla di cannone, sarebbono precisamente nel caso della palla d' avorio della nostra ultima Esperienza, e sarebbono com' essa; cioè nè l' un, nè l' altro de' detti corpi caderebbe in dietro; e se accidentali cagioni non vi ponessero impedimento, la melarancia arriverebbe nella mano del Cavaliere, e la palla nella imboccatura del cannone, donde fosse partita; di che è facile accorgersi, applicando a queste due supposizioni le ragioni, delle quali ci siam serviti per ispiegare il moto della palla d' avorio.

Quantunque cotesti effetti possano con tutta sicurezza dalla teoria dedursi, non si debbono non per tanto attendere in pratica; perchè nel momento che spiccasi il mobile, viene regolato il suo moto in conseguenza delle due impulsioni, tali quali sono nel primo instante della sua mossa; ma ordinariamente succede, che avanti la sua caduta, il piano mobile che ha da riceverlo, cambisi o nella velocità, o nella direzione; ovver che il mobile incontri ostacoli, che alterano le corrispondenze delle impulsioni, onde il suo moto è composto: in simili casi, bastano gli *appresso a poco*, ed hannosi quasi sempre; o se mancano, le cagioni si presentano da sè medesime.

II. SEZIONE.

Delle Forze Centrali.

TUtto quello che abbiamo insegnato intorno al moto semplice nelle precedenti Lezioni; e quello che poc' anzi esposto abbiamo del moto composto; fa vedere, che non vi ha moto alcuno, che sia naturalmente diretto in linea curva: un corpo determinato una volta a muoversi, o per una sola cagione, o per molte insieme, tende sempre a perseverare nello stato, in cui egli è; e questo stato consiste nel passare con una certa velocità da un termine ad un altro per la via più corta; ch' è una linea retta. Se veggiamo per tanto un mobile descrivere una linea curva col suo moto, considerar dobbiamo il cammino ch' egli fa, quasi una serie di movimenti non interrotti, ma le cui direzioni particolari si mutano ogni instante, e formano tra loro angoli molto ottusi: in quella guisa che si suole considerare un circolo, od una linea curva, come un aggregato di linee rette infinitamente corte, e insensibilmente inclinate fra esse; tale sarebbe la linea 1, 2, 3, 4, 5, 6 della *Figura* 10. se le parti intercette tra questi numeri non avessero una lunghezza sensibile.

Questa serie continuata di moti in linee rette, l' aggregato delle quali forma una cur-

va,

va ; non può dunque essere l' effetto d' una sola determinazione ; molte eziandio non basterebbono, quando non cambiassero continuamente relazione fra esse , come spiegato abbiamo e provato nella Sezion precedente.

Ma queste relazioni o proporzioni possono cambiarsi, non solo quanto al grado di forza, ma quanto alla varietà della direzione delle potenze ; e questo è lo scopo di una considerazione, a cui ci rimane di ragguagliare il moto composto.

Supponiamo dunque, che il mobile A *Fig.* 14. sia sollecitato a moversi da due potenze, che sien tra esse, come le due linee A C, ed A B, sì per l' intensità, come per le direzioni; vale a dire, che le lor forze sieno, come 1 a 3, e le lor direzioni facciano tra loro un angolo retto nel punto A. Egli è certo che il moto composto comincierà da A d, e che continuerebbe fino in D, se niente si cambiasse; ma se le due potenze al fine di questo primo tempo si ritrovano disposte fra esse, come nel principio ; se per esempio, la tendenza verso D rimanendo qual ella risulta dal moto composto, l' altra potenza dirigasi verso H, il moto si comporrà di nuovo, ed il mobile giungerà in *e*: e se simil cosa pure avviene, che l' una delle due potenze si diriga in I, si vedrà il mobile giungere in f, e di là in g, e poscia in h, se il punto K, ed il punto L diventano successivamente i termini della potenza, ch' era da principio A C.

Ciò che quì abbiam supposto, trovasi realmente nel moto d' una fionda, o di qualunque altro corpo, che si faccia girare all' estremità

d' una

d' una corda; imperocchè la mano paſſando ſucceſſivamente per li punti C, H, I, K, L, fa paſſar la corda per le linee A *c*, *d* H, *e* I, ec. e però che ſi ſuppone, che coteſta corda ſia ſempre della medeſima lunghezza, ella rappreſenta una potenza, che ſol varia quanto alla ſua poſizione. Se ſi conſidereranno come infinitamente piccole le linee A *d*, *de*, *ef*, *fg*, ec. percorſe dal mobile, la loro ſerie ſarà una curva, tal quale deſcriver ſi vede a tutti i corpi, che trovanſi in ſimil caſo.

Tutti i corpi, che circolano, come la pietra d' una fionda, fanno dunque uno sforzo continuo per non più circolare; poichè ſe foſſer liberi, ſcapperebbono per qualcheduna delle piccole linee rette, ch' eglino ad ogni inſtante cominciano, come *d* D, od *e* E, che *tangenti* ſi nominano. Queſt' è una conſeguenza della prima legge del moto, confermata dall' eſperienza; imperocchè ſe la corda ſi rompe, o del tutto ſi allenta, quando la fionda è in *d*, la pietra da lei portata non continua il ſuo moto per li punti *e*, *f*, *g*, ec. ma ſeguità la linea *d* D; e tutta la deſtrezza e perizia del fromboliere conſiſte in ben ſtimare la tangente, che ſi dirizza allo ſcopo.

Ma tendere a ſcappar per la tangente, e fare sforzo par allontanarſi dal centro del moto circolare, ſono due eſpreſſioni, che ſi poſſono tener per ſinonime; imperocchè è evidente, che ſe il mobile A, in vece di andare da *d* in *e*, e da *e* in *f*, continuaſſe da *d* in *l*, e da *l* in *m*, vie più ſi ſcoſterebbe ſempre dai punti I, K; dunque in generale ſi può dire, che tutti i corpi che ſi fan muovere in linea curva, tendono ad allontanarſi dal

dal centro del loro moto; e che quando questa tendenza non ha il suo effetto, avviene, perchè sono ritenuti, o spinti verso cotesto centro da una forza contraria.

Queste due forze, che producono il moto circolare, o in linea curva, e che di continuo sollecitano il mobile, una ad appressarsi, l'altra ad allontanarsi dal centro, nomansi *forze centrali*; e per distinguerle l'una dall'altra, si chiama la prima *forza centripeta*, e la seconda *forza centrifuga*.

Le forze centrali sono direttamente opposte l'una all'altra; imperocchè quantunque la forza centrifuga abbia la sua direzione per la tangente, convien badare, che il raggio che rappresenta la forza centripeta, se fosse prolungato, verrebbe tagliato da cotesta tangente in una serie di punti, che van sempre scostandosi dal centro: rendiamo la cosa sensibile per mezzo d'una *Figura*.

Supponiamo per esempio, che il mobile M *Figura* 15. sia portato dal raggio B C, sù la lunghezza del quale egli possa scorrere, è certo, che se si fa girare questo raggio attorno del centro C, tutti i punti compresi tra M e B, passeranno successivamente col mobile sopra tutti quelli della tangente M D; e per conseguenza il corpo M obbedendo alla sua forza centrifuga, sdrucciolerà direttamente da M in B. Per questa ragione la corda d'una frombola riman tesa, mentre si fa girare; e quando si fa circolar parimenti un bicchiero pien d'acqua, il fluido non si versa, ma fa piuttosto sforzo contro il fondo del vaso. Passiamo alle sperienze, e facciam prima vedere, che le forze centrali han-

no luogo in tutte le sorte di materia, fluida, o solida che sia, purchè il loro moto si faccia in linea curva.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina che è rappresentata con la *Fig.* 16. è una tavola triangolare, sodamente fermata sopra tre piedi, che si possono mettere a lieva con alcune viti. Verso la sommità del triangolo è perpendicolarmente elevato uno stipite di legno diritto, il quale porta una ruota verticale, che si rivolge con un manico girevole, o d'altra guisa: questa ruota mercè d'una corda, e di due piccole carrucole di rincontro, conduce due grandi carrucole orizzontali A B, che hanno i lor assi di ferro, e sono collocate negli altri due angoli della tavola: queste carrucole hanno più bastoncelli di diametri differenti; e sul piano superiore di queste carrucole si fermano i varj pezzi, che servono alle sperienze di questa spezie.

Per quella, che abbiam tra mani, s'attacca sopra una delle due carrucole A, o B, un sostegnetto o braccio mobile C D: un filo di ferro teso da un corpo all'altro infila due palle d'avorio d'eguale grossezza, che s'attengono l'una all'altra per mezzo d'una seta lunga 5. pollici, e che possono scorrere con una gran facilità sul filo di metallo, che le porta. Si mette una delle due palle nel mezzo, e l'altra a tal distanza, quanto può permettere la seta, a cui s'attengono.

EF-

EFFETTI.

1°. Quando si fa girare la gran ruota, e s' imprime un movimento circolare al braccio, che sta attaccato ad una delle due carrucole A, o B, la palla E descrive un circolo, e trascina seco lei quella, che è nel centro del moto.

2°. Se si taglia la seta che lega le due palle, e si ricomincia l'esperienza, la palla F resta nel centro, e scatta l'altra sola.

3°. Se in una terza prova, sendo le palle legate come nella prima, si collocano a distanza eguale dal centro da una parte e dall'altra, non smuovonsi del loro sito, nè l'una, nè l'altra, per quanta sia la velocità, con la quale si fan girare.

SPIEGAZIONI.

Quando il braccio o sostegnetto mobile gira orizzontalmente, il filo di ferro, che è teso da un capo all'altro, forma colla sua rivoluzione un piano circolare, di cui egli è il diametro, e tutti i punti compresi nella sua lunghezza, dal mezzo fino alle estremità C, e D, descrivono altretanti circoli concentrici. La palla E per conseguenza si trova in uno di questi circoli, ch' ella pur descrive; cotesto moto le dà una tendenza ad allontanarsi dal centro della sua rotazione, per la tangente; e come ch'ella è portata da un raggio, che si muove egli pure con lei, ella scorre sù la di lui lunghezza, siccome abbiamo spiegato con la *Figura* 15. Ciò che la fa muovere così, è una forza reale; poi-

chè la vince sù la resistenza non sol della sua propria massa, che per la sua inerzia rimane per quanto può nella distanza, nella quale è stata posta, ma sù la resistenza eziandio d'un'altra massa, che non circola, e che da una pari tendenza non è sollecitata ad uscire dal luogo suo: come appare, quando si taglia la seta; imperocchè essendo allora il centro della palla F nel centro stesso della rotazione, non vi può essere forza centrifuga, che nelle sue parti, che effettivamente girano; ma in ún corpo sferico e omogeneo, qual è la palla della nostra esperienza, le parti corrispondenti hanno delle forze centrifughe eguali e direttamente contrarie, per conseguenza in equilibrio: elleno sono le une verso l'altre, come le due palle E e F legate insieme con una seta, e poste a distanze eguali dal centro del loro moto. Ma saremo più a tiro di far intendere questo equilibrio, quando averemo insegnato, come si dee misurare la forza centrifuga.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In vece del sostegnetto, e delle due palle d'avorio, di cui ci siam serviti nell'esperienza precedente, se ne colloca un altro, che nel mezzo della sua lunghezza porta una picciola conca piena d'acqua, alla quale comunicano due tubuletti di vetrò inclinati G, H, e gonfiati in forma di palla nelle altre due estemità, come si vede dalla *Figura* 16.

EF-

EFFETTI.

Facendo girare questo sostegnetto, e ciò ch' egli contiene, l'acqua si solleva dalla conca per li tubuletti, e riempie le due pallottole, che sono ne' capi.

SPIEGAZIONI.

Avanti che s'imprima il moto di rotazione, l'acqua stassi a livello della conchetta nella parte inferiore de' tubi; perchè coteste colonnette del fluido fanno col loro peso equilibrio a quelle, che corrispondono nella conca, all' orificio d'essi tubuletti. Ma quando coteste piccole porzioni d'acqua vengono a girare con una certa velocità, la forza centrifuga maggior, che 'l loro peso, il qual tiene in esse luogo di forza centripeta, le porta verso la palla cava. A misura che una parte ascende, un' altra le succede per far equilibrio all' acqua del vase; e successivamente tanta quantità se ne solleva, quanta basta per empire e il tubo e la palla.

APPLICAZIONI.

Queste due prime esperienze ben chiaro provano quello, che da principio abbiamo asserito: che tutt' i corpi indistintamente, in qualunque stato ch' esser possano, acquistano una forza centrifuga girando: la connession delle parti, o la loro fluidità, niente altera in questo effetto: tal spezie di forza è, come la velocità ripartita a tutte le par-

ticelle di materia che circolano, o piuttosto ella altro non è, che la loro velocità medesima considerata in tale circostanza.

Le girandole, e le trottole, con le quali si divertiscono i fanciulli, possono quì essere chiamate come argomenti di dottrina al proposito nostro. In fatti cotesti familiari esempj ci fan vedere, che la forza centrifuga mettesi in equilibrio con sè medesima ne' corpi, l'asse de' quali, od il centro di gravità non circolano; come abbiamo di sopra insegnato, mettendo la palla d'avorio nel centro della rotazione: in simil caso il mobile ha solo il movimento circolare senza alcun libramento; e quantunque paja talvolta in quiete, facilmente si conosce, che le sue parti tendono a scostarsi dal centro, e che son meramente ritenute dalla loro aderescenza naturale; imperocchè se sopra vi si fa cadere qualche fluido, presto si dissipa, e abbandona la superficie solida, con la quale gira. Le ruote delle carrozze e delle sedie da posta gittano il fango da lungi; e la mola dell'aguzza-coltelli vuoterebbe la doccia, nella quale ella in parte s'immerge, e farebbe un'aspersione continua, e incomoda, se non si ponesse cura di fermar l'acqua di soverchio trasportata con un pezzo di cuojo o di cappello, che fassi girare sù la sua superficie.

I Soli, che si fanno apparire ne' fuochi artifiziali, più grandi e più belli diventano mercè del loro moto di rotazione; imperocchè il salnitro infiammato si spande per un infinito numero di tangenti, e forma un piano più esteso di quel ch'egli esser potrebbe, se ardesse senza girare.

Si

Si può trar profitto maggiore dalla noſtra ſeconda eſperienza, con applicare all'elevazione dell'acque, o alla loro evacuazione il principio, di cui elia è la prova: un ſimil mezzo è ſtato già tentato con buon eſito; ed io non dubito, che in parecchie occaſioni ſe ne potrebbono ricavar gran vantaggi. La famoſa tromba d'Aſſia per attrar acqua, fatta nota agli Eruditi ſotto il titolo di *Rotatilis Suctor* (a) che M. Papin inventò, e di cui poi ſi valſe in pratica con diverſi cambiamenti, altro in ſomma non era, che un tamburro, o cilindro cavo immerſo nell'acqua, e nel quale ſi facean girare alcune braccia od ali ficcate in un aſſe: facendo queſto moto circolar l'aqua, le dava una forza centrifuga, che facevala innalzare per un canale o tubo fatto a bella poſta nella circonferenza del tamburro. Molti pure hanno fabbricate alcune tali trombe, nelle quali la forza centrifuga è ingegnoſamente applicata. Alcune ſe ne trovano appreſſo il Ramelli, e nella raccolta delle macchine approvate dall'Accademia delle Scienze (b). Attenendoſi a coteſto principio ſi ſon pure inventati de' mantici da fucine (c) e certe ſpecie di cribri, o vagli per mondare il formento; la parte principale di queſte macchine è ſempre un aſſe corredato di braccia, od ali, che ſi fan girare in un tamburro: ben vede chiccheſſia, che ſe vi ha un buco, od un cannone aperto nella circonferenza del tamburro, ed un altro nell'un de' lati preſſo al centro del moto, neceſſario è, che ſegua uno ſcorrimento d'aria continuo per lo primo; imperocchè mentre

(a) Acta Lipſ. Jun. 1689. (b) Tom. 6. p. 11.
(c) Ibid. Tom. 5. p. 41.

la ſorza centrifuga cagiona un' evacuazione per la circonferenza, il peſo dell' aria, a cui nulla più s' oppone allora, dee riempire il tamburro per il centro.

M. Deſaguilliers approfittandoſi di queſte due determinazioni, che ſi poſſono partecipare a i fluidi mercè di ſimili macchine; n' ha fatta conſtruire una (*a*) con la quale egli s' è propoſto di cambiar l' aria della camera d' un ammalato, di rinovar eziandio quella de' ſotterranei, o de' luoghi, che diventano infetti per il ſoverchio numero, o per lo cattivo ſtato delle perſone, che ivi dimorano: come le Sale di ſpettacoli, i Refettorj di Comunità, le Infermerie ec. Le ſperienze, che ſi ſon fatte a Londra nella camera baſſa del Parlamento, han fatto vedere, che l' autore non ſi era ingannato nelle ſue mire, e che coteſta invenzione apporta vere utilità.

Se ſi voleſſe adoprare de' tubi, o cannoni inclinati, come nella noſtra eſperienza, è vero, che vi ſi troverebbe l' iſteſſo inconveniente, che nella vite d' Archimede. Non ſi potrebbero applicare ſe non ad elevazioni d' acqua mediocri, perchè eſigerebbono una troppo grande lunghezza; ma vi ſaranno ben de' caſi, ne' quali queſt' inconveniente non nuocerà. Si ſa, che il buon eſito delle macchine è dovuto alle circoſtanze; e che quella, che per certi verſi non è la migliore, deve bene ſpeſſo eſſere preferita per altre ragioni, che la vincono.

La forza centrifuga è un mezzo, di cui ſpeſſo mi ſervo per raccorre inſieme il liquore ne' miei termometri, quando o qualche ſcoſſa, od altra ca-

(*a*) Tranſ. Phil. n. 437.

cagione l' ha disunito in più parti. Essendo che questo picciol sinistro interrompe l'uso dell'istrumento, e può succedere a tutti quelli, che han de' termometri, penso di dover quì dire il rimedio, ch' io ci apporto, e ch' è facile e semplicissimo. Bisogna tenere il termometro per la sommità della sua tavoletta, e girarlo un po' presto cinque, o sei volte, di modo che la palla si trovi nella circonferenza del cerchio, che le si fa descrivere, ed il suo tubo nel raggio. Il liquor separato acquista una forza centrifuga, che lo riunisce quanto prima al rimanente.

Si sa buona parte degli effetti, che un moto simigliante produce negli animali; e vediam sovente de' giovanetti trastullarsi con far girare de' volatili domestici, dopo d'aver loro posto sotto l'ala il capo per addormentarli, com' essi dicono; ed in fatti cotesti animali restano immobili nel luogo, dove si pongono dopo questo esercizio. Ma è probabilissimo, che questo sia non tanto effetto d'un sonno, quanto effetto d'uno stordimento cagionato dalla turbazione impressa ne' loro sensi, e finchè dura la quale, ricever non possono quelle impressioni, le quali li determinano ne' loro ordinarj movimenti.

So, senza ombra di dubbio alcuno, che un animale può morire, quando mettesi soverchio ad una tal prova. Io ho attaccato per le zampe di dietro un valido coniglio ad una corda, la quale ho fatta rapidamente girare da due uomini per cento girate continue in circa, e quando egli cessò, la bestia non era morta, ma non potè reggersi su' piedi, e spirò da lì a poco. Un gatto, che si fe' girare alla stessa maniera, non morì, ma vomitò assai; e tuttochè

non

non avesse ricevuta percossa alcuna, gli si videro nella gola delle goccie di sangue. L'economia animale si scompone senza dubbio in tal caso; perchè la forza centrifuga determina i fluidi a portarsi verso la testa, il corso lor naturale è interrotto da questo straniero moto, e le lor funzioni cessano.

Il giuoco dell'anello, quel del dondolo, e dell'altalena sarèbbono pericolosi per la stessa ragione, se la posizione del corpo non ovviasse agli accidenti: se in vece di stare assiso, o in una situazione, che mette i vasi appresso a poco paralleli all'asse della rotazione, si stesse collocato in manierachè la lunghezza del corpo fosse perpendicolare a cotesto asse medesimo, certa cosa è, che presto ne seguirebbe lesione alla persona; forse anche potrebbesi tentar questo mezzo per redintegrare il corso degli umori nelle membra attaccate da paralisia. Sono stato in questo pensamento prevenuto da un dotto uomo; ma però che ned egli, nè io facciamo professione, o studio ordinario di notomia, nè di medicina, lasciasi a quei dell'arte il giudicare quanto valga questa congettura, e qual uso se ne può fare.

La forza centrifuga non essendo altro che lo sforzo d'un corpo, che procura di continuare il suo moto per la tangente della curva, che se gli fa descrivere, misurar si debbe, come il moto medesimo, dalla massa e dalla velocità: così di due mobili, che circolano con velocità eguali, quello ha più di forza centrifuga, che ha più di materia; così parimenti, quando le masse sono eguali, questa medesima forza non può differire se non per lo grado di velocità.

Per

Per conoſcere il grado di velocità d'un corpo, che circola, convien badare a due coſe: 1°. alla grandezza della ſua rivoluzione; 2°. al tempo, ch'egli impiega nel farla.

Chiamaſi *rivoluzione* la curva, che il mobile deſcrive, contando dal punto, dond'egli parte, ſino che s'incontri in queſto medeſimo punto, od in faccia, ſopra una linea, che paſſi nel centro. Tal è il circolo, che comincia in A *Fig.* 17. e che finiſce nel medeſimo punto; ovvero la ſpirale A E D, che comincia, e finiſce sù la medeſima linea D C. *Figura* 18.

Il tempo, che ſcorre, mentre il mobile fa un rivolgimento intiero, chiamaſi *tempo periodico*. La velocità è tanto maggiore, quanto il tempo periodico è più corto, e più ampia la rivoluzione: così il mobile A anderebbe con più di velocità, che il mobile D, ſe l'uno, e l'altro percorreſſe nel medeſimo tempo il circolo, nella di cui circonferenza egli ſi ſta; ovvero ſe avendo tutti e due da fare il medeſimo rivolgimento, come A, F, l'ultimo faceſſe il ſuo giro più preſto, che l'altro. Siccome ſi miſura un circolo dal ſuo raggio; così la rivoluzione circolare ſtimaſi per la diſtanza del mobile dal centro; per conſeguenza, ſe la diſtanza di C in D è una volta più piccola, che di C in A, ſi debbe conchiudere, che la rivoluzione circolare del mobile A è una volta più grande, che quella di D.

Computando le forze centrifughe di due corpi, abbiam dunque da conſiderare tre coſe: la maſſa, la diſtanza dal centro, ed il tempo periodico.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sopra una delle due carrucole orizzontali A, ovvero B della macchina rappresentata con la *Figura* 16. si pianta un sostegnetto, *Figura* 19. su cui son fermati quattro tubi di vetro inclinati al piano, e che nel mezzo si congiungono. In ciascun tubo del primo pajo sono racchiusi due liquori, che hanno pesi differenti; nel primo, dell' acqua comune, e dell' olio di terebintina colorato; e nel secondo, dell'olio di tartaro con dello spirito di vino. Quei del secondo pajo sono pieni d'acqua con una piccola palla di rame in uno, e una di sughero nell'altro. Quando ogni cosa è in quiete, i due liquori più leggieri stannosi nella parte più elevata de' tubi, che li racchiudono, e ciascuna delle picciole palle occupa altresì il luogo, che conviene al suo peso: quella di metallo resta a basso, e quella di sughero nell' alto del suo tubo. Ma quando si mette in moto la macchina

EFFETTI

Lo spirito di vino, e l'olio di terebintina cedono i loro luoghi all' acqua, e discendono nella parte inferiore de' loro tubi; la palla di rame si porta alla cima del suo, e quella di sughero per contrario discende dall' alto al basso.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Per lo moto di rotazione impreſſo al ſoſtegnetto, ogni porzione de' tubi, e ciò, ch' ella contiene, deſcrive un circolo, ed acquiſta una forza centrifuga; il primo ſuolo d' acqua, che tocca l'olio di terebintina, eſercita dunque contro queſto liquore, tutta la tendenza, ch' egli ha per allontanarſi dal centro del ſuo moto: queſto sforzo ſarebbe inefficace, ſe la forza centrifuga dell' olio foſſe eguale a quella dell' acqua; poichè eſſendo ſoſtenuto da una colonna dello ſteſſo liquore appoggiata all' eſtremità del tubo, nulla ſarebbevi, che lo coſtrigneſſe a cedere il ſuo luogo; ma egli è men peſante, e l' acqua, in conſeguenza del ſuo ecceſſo di maſſa, preval contro l' olio, e lo precipita a poco a poco; imperocchè ciò, che ſuccede tra i due primi ſuoli, ſuccede nè più, nè meno in tutti gli altri: quindi è, che l' olio, e lo ſpirito di vino traportanſi di luogo, non per uno sforzo poſitivo dal canto loro (imperocchè il moto circolare dà pure della forza centrifuga a queſti due liquidi) ma perchè queſta forza in eſſi non adegua quella dell' acqua; ed eſſendo la materia impenetrabile, e non baſtando il luogo neceſſario a contener la colonna d' acqua, per comprendere ſeco altresì quella dell' olio, il luogo più lontano dal centro viene occupato da quel dei due liquori, che ha più di forza per impadronirſene.

Deveſi ſimilmente ſpiegare lo ſmovimento di ſito delle due palle: per tutto, dov' elleno s' attrovano ne' loro tubi, ciaſcheduna corriſponde

ad

ad un volume d' acqua, la cui maſſa è differente dalla ſua, nel più, o nel meno. Queſta inegualità fa naſcere un eceſſo di forza centrifuga nell'uno de' due volumi, che ſi toccano; ed in queſta maniera la palla di ſughero più debole che l' acqua, è coſtretta a diſcendere; il rame, per contrario, prevale, e s' innalza al di ſopra di tutti i volumetti d' acqua corriſpondenti.

APPLICAZIONI.

Vedeſi dunque da queſti effetti, che la forza centrifuga creſce come la maſſa de' corpi, quando le velocità ſono eguali; e che la forza centripeta d' una materia può eſſere l' effetto della forza centrifuga d' un' altra, che le circola con eſſolei d' intorno. Il Contadino, che vaglia il ſuo grano, ce ne porge un eſempio, il quale ha meritato l' attenzione de' Filoſofi: qualor egli vuol riunire in un luogo la paglia, ch' è col grano meſcolata per purgarnelo, imprime a tutta la maſſa un moto circolare, e toſto ſi vedono le parti più leggiere portarſi al centro del moto, perchè le più peſanti hanno più di forza per andare alla circonferenza.

Oſſervaſi pure, che tutti i corpi, che ondeggiano ſopra d' un' acqua, la quale gira, raccolgonſi verſo il centro del ſuo moto; quindi è, che con tanta cura ſi ſchivano tutti i ſiti del mare, e de' gran fiumi, dove l'acqua moſtra di avere un movimento ſimigliante; imperocchè una funeſta eſperienza ha fatto vedere, che ivi per lo più ſi periſce.

Ma

Ma quello, che avviene per un eccesso di massa, avverrebbe pure per una maggiore velocità: un corpo circondato da una materia circolante, benchè fosse più grave di cotesta materia, cederebbe nulladimeno alla sua forza centrifuga, se essa materia girasse molto più presto di lui; di maniera che, per esempio, il grado di velocità nell' una la vincerebbe sul più di massa nell'altro. I turbini, o vortici di vento, che sollevano la polvere, e la rena, ce ne porgono un esempio, ed una prova; imperocchè osservar si può, che questi corpi molto più pesanti, che l'aria, nella quale si aggirano, sono in maggior quantità nel centro del vortice, quando il turbo comincia, e non hanno per anche acquistata tutta la velocità del fluido.

Il Descartes prendendo le mosse da questo principio aveva ingegnosamente immaginato, che spiegar si potrebbe meccanicamente cotesta forza centripeta de' corpi, che nominasi *gravità*, supponendo attorno del nostro globo un vortice di materia sottilissima, la cui velocità fosse assai grande: imperocchè (diceva egli) questa materia, a causa della rapidità del suo moto, averebbe molto di forza centrifuga; e tutti gli altri corpi, ch' ella incontrasse come fluttuanti, avendone molto meno di essa, sarebbono costretti di cederle in tutti gl' instanti, finchè fossero giunti nel luogo più basso; cioè nel centro del moto, od avessero incontrato qualche ostacolo invincibile, che gl' impedisse d'andarvi.

Questo Filosofo studiando di convalidare il suo raziocinio con alcuni fatti per rendere la sua ipo-

ipotesi più verisimile indicò una molto curiosa esperienza, che non dobbiam facilmente credere aver egli mai eseguita al suo tempo; ma che lo fu dipoi, e che noi quì riferiremo.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A, *Figura* 22, è un globo di cristallo pien d'acqua, con la quale s'è introdotto un poco di spirito di terebintina colorato. Questa palla è sostenuta ne' poli da due pilastrini, o colonnette biforcate in punta, sicchè vi può sopra girare liberamente, quando mettesi in moto la gran ruota verticale B, che comunica per mezzo d'una corda incrocicchiata con la carrucola, o rotella C, affissa all'un de' poli: il piano, che sostenta i due pilastrini, o sostegnetti del globo, può alzarsi, e inclinarsi più, o meno col mezzo di due cerniere D, D, e d'una vite F, che serve a tenerlo fermo all' altezza, che si vuole; il tutto regge sopra una tavola a treppiedi, che si mette di livello con alcune viti.

EFFETTI.

1°. Quando si fa girare il globo sul suo asse collocato orizzontalmente, lo spirito, o l'olio di terebintina, che occupava un piccolo segmento del globo nella parte superiore, dividesi in un gran numero di piccoli globuletti, che nuotano nella massa d'acqua rinchiusa con essi, e che a poco a poco in un con essa ricevono un moto di ro-

rotazione: veggonsi poscia ristrignersi sempre più, e formare attorno dell' asse della rotazione comune un gomitolo, od involucro, o direm meglio un solido, la cui figura è ordinariamente cilindrica.

2°. Dacchè si cessa di far girare il globo di vetro, il cilindro formato dalle parti d'olio colorato si dilata in prima nell' estremità, e poscia nel resto della sua lunghezza, fino a tanto che venendo il moto a cessare nell' acqua, tutto l' olio si raduna per la sua leggierezza nella parte superiore del globo, dov' egli era avanti l' Esperienza.

3°. Se si ricomincia il moto di rotazione, e s' inclina l' asse del globo, quando le particelle di olio ivi son raccolte; elleno portansi a poco a poco al polo più elevato, e vi stanno, finchè dura questa inclinazione.

4°. Quando, in vece d' olio colorato, mettesi nell' acqua una picciola palla di cera, ella è trasportata nell' asse dal moto di rotazione, e segue di lei lo stesso, che di ciascuno de' globuli d' olio; vale a dire, che se l' asse è orizzontale, ella stassi per tutto, dove s' attrova nella lunghezza dell' asse; e s' egli è inclinato, il polo più elevato è quello, dov' ella s' avvia.

5°. Un globulo d' aria, che alla palla di cera si sostituisce, fa veder la stessa cosa; ma se quando esso globulo è nell' uno de' poli, si fermi, o si rallenti il moto del globo di vetro, avvien talora, che cotesta particella d' aria portasi verso il centro della sfera.

6°. Se si mette nel globo una pallottola di cera, che pesi un po' più dell' acqua per qualche

grano di piombo cacciatovi nel centro, e facciasi poi ella circolare lentamente in distanza d' alcuni pollici dall' asse; raddoppiando allora la velocità, si vede cotesta piccola massa, tuttochè più pesante d' un pari volume d' acqua, discendere nell' asse, ed ivi rimanere costantemente girando sopra sè stessa; ed allorchè s' inclina l' asse della rotazione, in luogo di portarsi al polo più elevato, come la precedente, piglia una strada contraria. Questa Esperienza è difficile anzi che nò, e dilicata, e richiede in chi la pratica un poco d' uso e destrezza; ma quand' anche in dieci volte che un la fa, riuscisse una sola volta; questo basta per provare il principio, a cui questo fatto s' appoggia.

SPIEGAZIONI.

Per ben intendere tutti questi fatti, bisogna concepire da bella prima la massa d' acqua chiusa nel globo di vetro, come se fosse composta d' innumerabili suoli fluidi tenuissimi, soprapposti l' uno all' altro, e che van sempre decrescendo di diametro fino al centro.

Quando si mette il globo di vetro in moto, la superfizie solida trascina per lo sfregamento quella del fluido, che la tocca immediatamente; e però che l' olio colorato è una parte di essa, questi è trasportato dal suo luogo al primo giro, che si fa del globo. Il suo traportamento fa, ch' egli si divida; imperocchè venendo più basso che prima egli non era, esige la sua leggierezza, che salga di bel nuovo: incontra nel suo moto l' acqua agitata che lo separa,

fa, e ciascuna di coteste parti premuta egualmente da tutti i lati dal fluido che la circonda, prende una figura globulosa. Continuando il globo a girare, comunicasi il moto di suolo in suolo a tutta la massa dell' acqua; di maniera che ella si muove poi, come un solido; voglio dire, che tutte le parti serbano girando situazioni costanti fra esse. Quindi, siccome tutti i punti della superficie del vetro C, D, E, F, G, *Figur.* 23. contando da un polo all' altro, additano tante circonferenze di circoli paralleli, parimenti può uno rappresentare a sè medesimo tutti i segmenti d' acqua, che a detti circoli corrispondano, come tanti piani circolari, che girano parallelamente sul medesimo asse A B.

Ora se noi considereremo i nostri piccioli globuli d' olio dispersi nell' acqua, vedremo, che ciascuno d' essi è sollecitato ad approssimarsi al centro, non della sfera comune, ma del circolo particolare, nel quale si trova. Quello ch' è in *a*, per esempio, e che gira in quel parallelo, ha bensì in conseguenza del suo moto circolare una forza centrifuga, per cui tende verso F, e con la quale traporterebbesi certamente insieme coll' acqua, se il globo fosse aperto in cotesto luogo; ma è rinchiuso, e corrisponde di continuo ad un volume d' acqua che ha più massa di lui, e che girando con una velocità quasi eguale alla sua, gli contrasta il sito più elevato con una forza centrifuga prevalente; il che lo costrigne a cedere fino al centro del moto, dove tal forza è nulla. Ciascuna particola d' olio soggiace all' istesso evento nel segmento d' acqua, ov' ella incontrasi; perciò tutte vengono a schierarsi nel centro

della loro rivoluzione particolare, come le cifre 1, 2, 3, 4, 5, 6, ec. e quest' effetto cessa, subito che la cagione non sussiste più; cioè a dire, che l' olio vi sale per la sua leggerezza rispettiva, quando l' acqua perde la forza centrifuga cessando di girare.

Finchè l' asse della rotazione è orizzontale, e che il moto è uniforme in tutta la massa del fluido, le particelle d' olio schierate nell' asse conservano costantemente la forma d' un cilindro; e per qual ragione avrian da pigliare altra figura? Lo esige forse la figura del vetro, come l' ha creduto un Fisico de' nostri ultimi tempi? Questa opinione è insostenibile, non sol perchè è smentita pienamente dall' Esperienza; ma ancor perchè non si trova niente nella teoria delle forze centrali, nè nell' altre leggi del moto, che la favoreggi.

In fatti, quando un corpo più leggiero che l' acqua, è spinto verso l' asse della rotazione comune a tutta la massa, è forse la parte del fluido a lui soprastante, che lo sollecita a cadere? O non è piuttosto quella che gli soggiace, che tende a cambiarlo di luogo? Qual parte ha dunque in quest' effetto la superficie del vaso, e la di lui figura? Qual ch' ella esser possa, quando il vaso è pieno, io non ci veggo, fuorchè un punto d' appoggio che ritiene il fluido; ma che non muta niente nella direzione delle parti inferiori.

Ma se il discorso lasciasse qualche apparenza di dubbio in tale quistione, sarebbe sempre decisa chiaramente dall' Esperienza. Se la sfericità del vetro fosse capace di convertire per la sua reazione le forze centrifughe particolari di ciascun

tun circolo in una forza centripeta comune; come è ſtato preteſo, dimando: perchè non ſi vede alcun ſegno di queſta converſione, quando ſi fan girare con l'acqua delle particelle d'olio, od altra materia leggiera? Perchè coteſti corpi, portandoſi all'aſſe, non affettano mai una figura; che poſſa far credere, ch'eglino tendono ad un medeſimo centro? Per qual ragione una palla di cera; una bolla d'aria ec. indifferentemente reſtano in tutti i punti dell'aſſe, ove s'incontrano?

In fine, per terminar di convincere quelli, che ancor aveſſero qualche dubbio, mutiamo vaſi, mettiamo il noſtro fluido in un emisfero, in un cono, in un cilindro: ſe l'inclinazion delle pareti entraſſe per qualche coſa negli effetti, noi vedremmo ſenza dubbio i corpi leggieri portarſi verſo la baſe dell'emisfero, e del cono, e reſtare nel cilindro indifferentemente dovunque trovaſſerſi: queſta differenza (ſe ci foſſe) darebbe in vero qualche credito all'opinione da noi combattuta; ma il fatto ſta, che una ſimile differenza non vedeſi; e fin coloro che più vorrebbon trovarcela, han dovuto concedere; che non ci ſi trova, ogni volta che ho io lor ripetute queſte Eſperienze con tutta l'attenzione, e la cura poſſibile.

Dopo che han ciò confeſſato i miei Avverſarj, ben poteva io credere, eſſere le mie prove vittorioſe. Con tutto ciò fa meſtieri, ch'io riſponda ad un'altra loro obbiezione. Oppongono eſperienza a eſperienza, e dicono: una bollicella d'aria ritorna dal polo verſo il centro della sfera; dunque è colà ſpinta da una forza, ch'eſſer

 non

non può se non la forza axifuga convertita in centripeta per reazione.

Quando il moto è uniforme nel fluido, una palla di cera, una particella d' olio ec. rimane in tutti i punti dell' asse indifferentemente, e per quanto tempo dura il moto uniforme. Se la bollicola d' aria lascia il polo per andare verso il centro della sfera, questo è un gioco di mano, che sol può illudere chi non vi pon mente, o chi è troppo nella sua opinione preoccupato; in fatti ciò solo succede, quando si rallenta il moto del globo di vetro; ed eccone la ragione:

Siccome il moto si comunica dalla superfizie del vetro alla massa dell' acqua per lo sfregamento, così nè più nè meno si rallenta; ma questi sfregamenti tanto più d' effetto hanno, quanto le superficie a più picciol volume d' acqua corrispondono: quindi è, che la parte del liquido contenuta sotto la superficie solida CH, perde il suo moto molto prima che quella ch' è sotto G, o sotto F; la velocità dunque comincia a scemare ne' poli; e i paralleli, che più s' avvicinano all' Equatore, conservano la loro più lungo tempo, che gli altri.

Quando la bolla d' aria è nell' asse in qual luogo che si voglia, ivi è ritenuta dalla forza centrifuga dell' acqua; ma questa forza va scemando come il moto circolare, più presto nel polo, che altrove: la bolla d' aria che ivi si trova, esce ben presto dal luogo ch' ella occupa a cagion della sua grande leggierezza; l' inclinazione delle pareti del vetro la conduce obliquamente; ma però che procedendo così, ella incontrasi in paralleli più vicini all' Equatore,

tore, e ne' quali il moto, e per conseguenza la forza centrifuga s' è conservata, vien ella tosto rispinta verso l' asse, e più vicino al centro, che non era avanti che fosse smossa dal suo luogo.

Con quai fondamenti potrebbesi mai pensare, che questa bolla d' aria in caso simile abbia una determinazione precisamente fissata nel centro? Avvien per verità, che colà ella sen vada talora; ma questo è un effetto di qualche accidente, e. g. librazione, o scotimento nel fluido, difetto di posizione nell' asse ec. imperocchè per lo più ella non se ne va a cotesto termine, ovvero l' oltrepassa.

Il moto del fluido più presto rallentato ne' poli, che altrove, è altresì la vera cagione, per la quale l' olio schierato in cilindro attorno dell' asse dilatasi nell' estremità, tosto che si ferma il moto del vetro.

Finalmente, quando inclinasi l' asse della rotazione, i corpi, ch' ivi si trovano, portansi al polo più elevato, o a quel che lo è meno, secondochè sono o più leggieri, o più pesanti del fluido. Il che ben prova ancora, che dal centro ai poli non provano alcuna forza, che li solleciti a restare nel centro; e che son ritenuti nell' asse per la forza centrifuga, appresso a poco come farebbono in un tubo, nel dilungo del quale avessero libertà di moversi.

Rimane a dire, come una palla di cera, resa più pesante dell' acqua, possa essere protrusa al centro, ed ivi ritenuta per la stessa azione, che colà guida un altro corpo più leggiero, che il fluido medesimo: produce forse la stessa causa due contrarj effetti?

Se veggiamo andarſene al centto del moto comune un corpo che circola con un fluido, infallibilmente ciò avviene, perchè egli ha meno di forza centrifuga, che il fluido; ma tale eccesso di forza in queſto può provenire o dalla ſua maſſa, o dalla ſua velocità. Nel caſo preſente, a cagion della velocità l' acqua ha queſto vantaggio ſopra la palla di cera: quand' ella ſi tiene alcuni pollici diſtante dall' aſſe, s' aumenta tutt' in un tratto il moto dell' acqua, che non comunica già ſubito queſt' aumentazione di velocità al picciolo corpo ſolido; l' eceſſo di velocità, ch' ella ha ſopra di lui per alcuni inſtanti, ſupera il ſuo eceſſo di maſſa ch' è poco notabile: perciò la forza centrifuga del fluido divenuta più grande, che quella della piccola palla ondeggiante, mercè queſto accreſcimento di velocità, caccia queſt' ultima fin nell' aſſe. Toſto che ivi ell' è girata in sè ſteſſa, e prendendo le ſue parti forze centriſughe direttamente oppoſte fra eſſe, il ſuo peſo può ſolo operare ſecondo la direzione da un polo all' altro.

APPLICAZIONI.

Da queſte illazioni, e da queſti effetti ſi vede, che il penſamento del Carteſio circa la cauſa fiſica della gravità è meno adequato, che ingegnoſo: imperocchè ſe foſſe vero, che i corpi cadeſſero verſo la terra per la forza centriſuga d' un vortice fluido, come l' olio, o la palla di cera della noſtra Eſperienza; la lor tendenza non ſarebbe ſempre diretta al centro del globo, come ce l' additano i più noti fenomeni della gravità; ma

a dif-

a differenti punti dell' asse; il che dalle precedenti Esperienze si fa manifesto.

Il Sig. Hughens guidato dalla sola scorta della teoria avea veduta questa difficoltà, prima che l'esperienza l'avesse resa sensibile. Trovata egli insostenibile l'ipotesi d'un solo vortice, pensò, che il fluido, alla forza centrifuga del quale dovevasi attribuire la discesa de' corpi gravi, formasse un gran numero di vortici, le cui rivoluzioni si facessero per tutti i versi. Questo nuovo sistema non è stato molto più del primo felice: l'insufficienza del primo, ch' è per altro semplicissimo, è già provata: l' altro potrebbe forse soddisfare alla spiegazion de' fenomeni; ma come mai ammetteremo una materia, il cui moto si fa in tutte quante le direzioni senza distruggersi? Averà ella su gli altri corpi forza ed azione senza punto sentirne in sè? E s'ella s'urta, e si sospigne per contrario verso, come sussisterà il suo moto?

Quest' ultima opinione sopra la causa della gravità patì molte contraddizioni, e diede motivo a parecchi esami molto curiosi; ma, per quanto ingegnose sieno state le ragioni portate in suo favore, bisogna concedere, che non sono state forti a bastanza, e che non hanno decisa la quistione; poichè l' Accademia delle Scienze la propose per argomento del premio dell' anno 1728.

Tra le Dissertazioni mandate all' Accademia, quella che fu coronata, suppone nel vortice due soli moti, le direzioni de' quali s'incrocicchiano ad angoli retti; vale a dire, che l' uno ha per asse un de' diametri dell' Equatore, e che l' altro si fa sù i poli di questo medesimo circolo, come l' acqua del nostro globo di vetro.

Il

Il Sig. Bulfingero, autor di questa nuova ipotesi, volendo, come il Cartesio, rendere sensibile la propria idea con qualche fatto, ha avuta quasi egual fortuna: egli ha escogitato e proposto un mezzo (*Figura* 24.) per far girare nel medesimo tempo il globo di vetro sù due assi, che si tagliano ad angoli retti; ma quì non istava l' essenziale: bisognava, che la massa d'acqua contenuta in questo globo prendesse i due moti, che si suppongono nel vortice; ma questo è quello che non succede, nè può succedere: io son sicuro del fatto, per aver con tutto lo studio fatta l'esperienza, e ripetuta più volte alla presenza di persone perspicacissime e attentissime. Coll' applicare un segno alla superficie esteriore del globo di vetro si vede, che queste due rotazioni non hanno luogo, se non rispetto solamente al globo medesimo; ma che relativamente a qualche punto fisso, preso fuori, o dentro della sfera, l' una delle due rotazioni si riduce ad una spezie di moto, che descrive un 8 di cifra, e la cui rivoluzione intera per conseguenza si fa per due contrarj versi, in riguardo agli oggetti, che sono fuori, o dentro del globo: dal che si scorge, che l' acqua contenuta in cotesto vase non riceve nel medesimo tempo due moti di rotazione, come si potria credere, e come taluno ha preteso; imperocchè il moto si comunica dal globo al fluido ch' egli racchiude, mercè lo sfregamento della superficie interiore; ma quantunque questo globo giri per due versi, i punti differenti della sua superficie non descrivono circoli, che si tagliano ad angoli retti. Non si dee dunque rimaner sorpreso, che, quando si vien al fatto, i corpi leggieri mostrino la sola ten-

tendenza all' asse, come fan nell' esperienze d' una sola rotazione, e non già una direzione al centro della sfera, come talun s' era immaginato. Vedete le memorie dell' Accad. delle Scienze dell' anno 1741. p. 184.

Quantunque le ipotesi, e le sperienze, che abbiam riferite, non abbiano il vantaggio di spiegare in modo che soddisfaccia, perchè tendano i corpi sullunari a portarsi verso il centro della terra; nulladimanco sappiamo senza poterne dubitare, che una materia fluida, che circola, può precipitare corpi più leggieri di lei, ed insieme quelli che hanno più di massa. Se questo incontrastabile principio non è stato finora con tanto fortunato esito applicato, che risolva pienamente la quistione; non dobbiamo però disperare, che avvenir ciò possa un giorno. Parmi più ragionevole credere, che potranno altri fare quello, che noi non abbiam fatto, che riputare impossibile il da noi inutilmente finora tentato.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Su le due carrucole orizzontali della macchina rappresentata colla *Fig.* 16. convien fissare le due braccia o sostegnetti A, B, *Fig.* 2. e 21. Le due precedenti lettere indicano due scatole, che liberamente scorrono sopra due fila di metallo tese parallelamente da un capo all' altro del sostegnetto, e delle quali variar si può il peso, con porvi dentro delle rotelle di piombo. C, D son due altre scatole, che sdruccio-

ciolano verticalmente tra due fila parallele di metallo, sostenute e tese mercè di due paletti d' acciajo drizzati a guisa di forca: e di queste pure si può variare il peso. Coteste scatole sono congiunte fra esse per via di cordicelle, e di carrucolette che si corrispondono; così che C non può avanzarsi verso l' estremità del sostegnetto senza traportare altrettanto la scatola D. Sotto ciascuna delle due prime scatole vi ha una piccola molla debolissima, che scorre sopra un appiccagnolo o laminetta, i cui denti son quasi a fior del piano, e che impedisce non ritorni la scatola indietro, quand' è avanzata. Il sostegnetto dal mezzo della sua lunghezza fino alla sua estremità, da una parte e dall' altra è diviso in oncie, e linee per regolar la grandezza della rivoluzione di ciascuna scatola A, o B, con la lunghezza del raggio, a capo del quale ella è stata posta.

EFFETTI.

1°. Le due scatole A, B, d' egual peso, come pur l' altre due C, D, poste (le due prime) quattro pollici in distanza dal mezzo dei lor sostegnetti, e facendosi l' una e l' altra girare con velocità eguali, con metter la corda nelle gole delle due carrucole orizzontali, che sono eguali fra esse: cadauna d' esse scatole A, e B, corre nel medesimo tempo verso l' estremità del suo sostegnetto, e trasporta la scatola C, o D, che le fa resistenza.

2°. Il medesimo effetto succede, quando la scatola A pesa due volte altrettanto che l' altra; ma

sì, che

sì, che questa sia in capo ad un raggio una volta più lungo. Se per esempio A, che pesa quattro oncie, è nella cifra 4., bisogna collocar D, che ne pesa due, nella cifra 8.

3°. Ma se rimanendo i pesi eguali mettasi l'una delle due scatole in distanza di 4, e l'altra di 8, questa parte, e la prima resta al suo luogo, se non si accresce il moto.

4°. Per ultimo essendo ogni cosa disposta, come nel caso precedente, se si vuole, che le due scatole A, e C, scappino nel medesimo tempo, bisogna raddoppiare il contrappeso di quella, che è ad una distanza doppia dal centro; e la cosa riesce.

SPIEGAZIONI.

Abbiam detto di sopra, che la stima delle forze centrifughe dipende da tre cose: dalla massa del corpo, che circola, dalla sua distanza dal centro del moto, e dal tempo periodico della sua rivoluzione. Nelle sperienze poc' anzi citate i tempi periodici sono eguali; perchè le due carrucole orizzontali, sù le quali sono fermate le due braccia, o sostegni, e che distribuiscon loro l' azione del motore comune, sono tutte e due della medesima grandezza: il mezzo di ciascun braccio è sempre il centro della rivoluzione; e per conseguenza ne vien regolata la grandezza con la distanza, che mettesi tra 'l centro e la posizion della scatola: la massa del mobile fassi nota dal piombo, ond' ella si grava; e puossi conoscere la quantità della forza centrifuga dal valore del peso C, o D, ch' ella trasporta, e che deve essere considerato come una forza centripeta.

Nel

Nel primo caſo, e nel ſecondo, le forze centrifughe pajono eguali nei due mobili; poichè eglino traportano nel medeſimo inſtante reſiſtenze eguali. E lo ſono in fatti: imperocchè da bella prima la maſſa, la diſtanza dal centro, il tempo periodico, tutto è uguale da una parte, e dall'altra: dipoi le maſſe per verità, e le diſtanze dal centro ſono differenti; ma eſſendo in ragione reciproca, l'una compenſa l'altra. Imperocchè abbiam detto, e provato, che la forza centrifuga creſce altrettanto per la velocità, che per la maſſa: ora quì la velocità dipende dalla diſtanza dal centro, poichè i tempi periodici ſono eguali: ſon due mobili, l'uno de' quali deſcrive un circolo una volta maggiore dell' altro nel tempo medeſimo; e non è ciò un andare con una doppia velocità? Perciò, eſſendochè 2 di velocità, e 1 di maſſa equivale a 2 di maſſa e 1 di velocità, le forze centrifughe de' noſtri due mobili ſono eguali, quando le loro diſtanze dal centro ſono in ragione reciproca del loro peſo.

Nel terzo caſo, la velocità è maggiore nell' un de' due; egli deſcrive un circolo più grande nel tempo, che l'altro ne percorre un più piccolo; la forza centrifuga deve dunque eſſere parimenti più grande: ed il quarto caſo ci addita, che queſt' eceſſo corriſponde a quello della velocità, poichè la forza, che ne riſulta, traporta una reſiſtenza doppia.

APPLICAZIONI.

Quando ſi è poſta l'una delle due ſcatole A, o B della precedente eſperienza ad una certa diſtan-

ſtanza dal centro ; ſe il dente dell'appicagnolo non la riteneſſe ſalda ; facilmente ſi capiſce, che il peſo C , o D traſcinerebbela per lo raggio, all'eſtremità del quale ella ſe ne ſta . Si vede pure , che quando la ſi fa girare con baſtevole rapidità ; la ſua forza centrifuga la fa andare per un verſo contrario , e che i denti dell'appicagnolo non han da far nulla. Ma tra queſti due eceſſi vi è un certo grado di forza centrifuga , che farebbe un giuſto equilibrio col peſo D ; e s'egli poteſſe ſuſſiſtere , è coſa indubitata , che il mobile continuerebbe le ſue rivoluzioni ſenza avvicinarſi, nè allontarſi dal centro.

Queſta è una coſa, che diventa evidantiſſima, quando un ſi riduce alla mente il terzo caſo della prima eſperienza. Due palle d'avorio, di peſi eguali, legate per un filo, e collocate a diſtanze eguali dal loro moto, fannoſi reciprocamente equilibrio, e non ſi ſmuovono di luogo, per quanto velocemente girar ſi facciano. Eſſendo le maſſe eguali, le lor forze centrifughe non poſſono creſcere, ſe non per la velocità; ma fin ch'elleno ſono nel medeſimo circolo , non ſi può aumentar quella d'una ſenza aumentar nel medeſimo tempo, ed egualmente quella dell'altra: così le loro forze ſono ſempre eguali , e direttamente contrarie. In qualunque inſtante, che ſi conſideri dunque uno di queſti mobili, egli è in equilibrio tra la ſua forza centrifuga , e quella del ſuo antagoniſta ; e per queſta equalità di forze oppoſte egli ſi mantiene coſtantemente alla medeſima diſtanza dal centro , o (il che è la ſteſſa coſa) le ſue rivoluzioni ſon ſempre ſimili tra eſſe.

I corpi celeſti hanno de'moti, che ſpiegar ſi devo-

devono secondo questi principj. Se la Luna gira attorno della terra, e gli altri pianeti attorno del Sole, facendo rivoluzioni così ben regolate, che un Astronomo ne conosce la durata, e l'estensione esattissimamente; ciò è, perchè tutti questi luminari sono nel medesimo tempo da due potenze sollecitati: da un canto la forza centrifuga, che risulta dal loro moto quasi circolare, tende ad allontanarli dal centro di cotesta rivoluzione; dal canto opposto eglino son ritenuti da una forza centripeta, accordata da tutti i Filosofi, con tutto che non convengono fra loro intorno alla natura della di lei cagione. Se una di queste due forze cessasse d'oprare, questi gran mobili verrebbono a precipitarsi nel centro del mondo; ovvero anderebbono a perdersi nell'immensità de' Cieli. Ma simili timori nò, non li abbiamo; e non ci fermiamo in vane finzioni. L'Essere, che colla sua sapienza ha ordinato l'Universo nella presente maniera, ha proveduto altresì alla durata delle opere sue, per mezzo di leggi, che dobbiam riputare infallibili, e nella loro infallibilità riposare.

Noi non ci diffonderemo davvantaggio quì intorno alla applicazione, che si può fare delle forze centrali a' moti de' corpi celesti; poichè ne tratteremo a parte nella Lezione, che riguarda il Sistema generale del mondo.

Dopo d'aver fatto conoscere, donde nascono le forze centrali, ed in qual guisa se ne dee fare il calcolo, io potrei esaminare i rispetti diversi, ch'elleno prender possono fra esse, e tutte le sorte di curve, che da questi cambiamenti nascer possono; ma tai quistioni non v'è modo di trattarle

con-

convenientemente ſenza ſervirſi di dimoſtrazioni geometriche, che da' più di coloro, pe' quali io ſcrivo, non verrebbono inteſe. Oltreacchè ciò ſarebbe un oltrepaſſare i confini preſcrittimi in queſte Lezioni, nelle quali non ho preteſo inſegnare, ſe non per via d'eſperienza. Su queſt' articolo io mi diſtenderò dunque brevemente, e contenterommi di far meccanicamente, ed in parte ſcorgere gli effetti principali, che avvenir debbono, quando le forze centripete, e centrifughe non perſeverano nel medeſimo rapporto in tempo d'una ſola, o di più continuate rivoluzioni.

Per prendere una idea delle forme differenti, che ricever può la curva di rivoluzione per tali alterazioni, pigliamo un filo, cui ripieghe-remo in sè medeſimo, e di cui congiungeremo i due capi inſieme con un gruppo. Sia egli ritenuto da una parte a piuolo ficcato perpendicolamente in qualche piano; e dall'altra mantengaſi teſo coll'eſtremità d'uno ſtilo di piombo, come vedeſi nella *Figura* 25. Lo ſtilo ſarà il mobile; lo sforzo, che ſi farà per tenere il filo teſo, eſprimerà la forza centrifuga; e la lunghezza del filo, o piuttoſto la diſtanza, ch'egli terrà del piuolo dallo ſtilo, rappreſenterà la forza centripeta.

Se ſi fa andare lo ſtilo di piombo ſul piano attorno del piuolo, sì che il filo lo tenga ſempre ad una diſtanza eguale, è evidente, che la linea della ſua rivoluzione ſarà un circolo; poichè per tutto il tempo del ſuo movimento egli ſarà ſtato all'eſtremità d'un raggio della ſteſſa lunghezza; e con ragione giudicheraſſi, che un mobile faccia un rivolgimento perfettamente cir-

colare, quando le forze centrali non ſi mutano nel mentre ch'egli ſi muove.

Ma ſe mentre ſi fa andare lo ſtilo di piombo, ſi ſcemerà la diſtanza, che v'è tra l'uno, e l'altro, facendo prendere al filo la forma di un triangolo, come *a*, *d*, *c*, *Figura* 25. o altramente: la linea di rivoluzione, in luogo d'eſſere la circonferenza d'un circolo, ſarà tutt'altra curva, come *bc*, la cui natura dipenderà dalle proporzioni, che ſi ſaranno meſſe tra i gradi di accorciamento del filo, e le loro durate. Queſto effetto farà capire, che un mobile, le cui forze centrali variano fra eſſe, durante la ſua rivoluzione, deſcrive una curva relativa a' cambiamenti delle loro mutue proporzioni; e ſe ne potran dedurre le conſeguenze ſeguenti:

1°. Che ſe le proporzioni, che ſaranno ſtate cambiate nel tempo della rivoluzione, ſi rimettano nel primo ſtato, avanti ch'ella ſia terminata affatto, la curva, che il mobile deſcriverà, qual ch'ella eſſer poſſa, rientrerà in sè medeſima; e ſe le ragioni, o proporzioni delle forze appreſſo varieranno, come hanno variato da bella prima, la ſeconda rivoluzione ſarà perfettamente ſimile alla prima, ec.

2°. Che ſe coteſte proporzioni non ſi redintegrano; e la forza centripeta, per eſempio, ſia più debole ſul principio della ſeconda rivoluzione, ch'ella non era nel cominciarſi della prima, la curva non ſarà di quelle, che rientrano in sè ſteſſe: il mobile allontanandoſi dal centro deſcriverà linee ſpirali più, o men regolari, ſecondo il progreſſo della forza centrifuga, o la diminuzion della forza centripeta.

Fi-

Finalmente per dare un eſempio delle curve regolari, che poſſono riſultare dalla variazione delle forze centrali; in vece di ritenere il filo per un ſolo punto fiſſo attacchiamo due piuoli F, f, *Figura* 26. e facciam ſempre muovere lo ſtilo in tal maniera, che il filo ſia tanto teſo, quanto eſſer mai può: averemo, mercè la rivoluzione intera, una ſpezie d' ovale, che i Geometri chiamano *Ellipſi*. Il carattere principale di queſta curva è, che due linee tirate da' punti F, f (che *fuochi* s'appellano) a qual punto ſi voglia della circonferenza, come FG, fG, ovvero FL, fL, coteſte due linee, dico, preſe inſieme, adeguano la lunghezza del grand' aſſe HI.

Un mobile deſcrive dunque un' ellipſi, allorchè per le variazioni delle forze centrali la ſua diſtanza dall' un de' due fuochi F, od f ſcema, e creſce regolarmente, come le linee FH, FM, FG, ec. e reciprocamente, quando ſe gli vede deſcrivere una ſimil curva, ſi può a buona equità conchiudere, che le forze centrali ſi mettono nelle proporzioni convenevoli per collocare ſucceſſivamente eſſo mobile in tutti i gradi di diſtanza, dond' eſſa curva procede.

Queſti differenti moti ſi eſeguiſcono beniſſimo con la ſteſſa macchina, che precedentemente abbiamo adoperata, e che rappreſentaſi dalla *Fig.* 16. con aggiungervi ciò che ſegue.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura* 27. rappresenta una tavola rotonda, che ha circa due piedi e mezzo di diametro, aperta nel centro con un foro rotondo largo 3 pollici: questa tavola s' attacca solidamente, e parallelamente sopra quella della macchina *Figura* 16; ma in modo tale, che resti tra l'una, e l'altra una distanza d' in circa un pollice, per lasciar libero il moto della carrucola orizzontale A, o B: nel centro di questa carrucola si ficca con delle viti una spezie di *traguardo*, o di regolo mobile sghembo, sul dilungo del quale scorre liberissimamente un forte girello incastrato R, che pesa circa 2 oncie, e sotto cui si è attaccata una penna da lapis. In S v' è un tamburro corredato d'una molla, e che tira a sè il girello R per mezzo d' un cordoncino di seta, che s' attiene da una parte al tamburro, e dall' altra a una lumaca, che sta fissa al tamburro, e sopra la quale egli fa molti giri.

EFFETTI.

Quando si fa girare la carrucola orizzontale, il regolo si mette in moto, e mentre circola, il girello scorre da r in R; e la penna da lapis segna sopra un cartone, che cuopre la tavola rotonda, una linea spirale, che comincia in r, e che finisce in R.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Il girello R mosso circolarmente riceve una forza centrifuga: dacchè questa forza vien ad eccedere la potenza della molla, che ritiene il mobile, questo s'allontana subito dal centro del suo moto. Egli sdrucciola in linea retta sù 'l regolo; ma è una linea retta, che si muove anch' ella, e tutti i punti della quale descrivono circoli concentrici. Perciò, passando il mobile per tutti i punti di questa linea, sul fine di ciascuna rivoluzione si trova nella circonferenza d'un maggior circolo, che quello, dov' egli era cominciandola; e da questo doppio moto nasce la spirale, che trovasi segnata sù la tavola dopo l'esperienza.

APPLICAZIONI.

Per via di linee simili a quella, che abbiam testè data a conoscere, vengono al centro del moto tutti i corpi, che circolano con altri, la forza centrifuga de' quali prevale. L'olio colorato del globo ripieno d'acqua; la paglia, che si fa girare col grano per separarnelo; i corpi, che ondeggiano sopra un'acqua, la quale gira, ec. tutti cotesti mobili non vengono in linea retta al centro comune; ma circolando in tal maniera, che la curva, cui descrivono, rientrando al di sotto di sè medesima diminuisce sino a zero l'estesa delle sue rivoluzioni; il che è la stessa cosa, che andare al centro per una linea spirale.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Rimangono le coſe diſpoſte, come nell' eſpe-
rienza precedente; eccettuato ſolamente, che
in vece del tamburro con molla ſi mette una
carrucoletta, la quale gira orizzontalmente; e
nel punto T, *Figura* 28. un' altra carrucolet-
ta, l' aſſe della quale è altresì verticale. Di
ſotto il girello, o ſcatolino V, v' è altresì una
carrucola, che gira ſulla penna da lapis; ed
un filo, le cui eſtremità ſono inſieme legate,
come quello della *Figura* 25. abbraccia le tre
carrucole.

EFFETTI.

Quando ſi mette il regolo, o baſtone in mo-
to con una ſufficiente velocità, il mobile V de-
ſcrive eſattamente l' ellipſi T V X, i cui due
fuochi ſono TY; e ſe farà più rivoluzioni, le
farà ſempre ripaſſando sù la medeſima linea.

APPLICAZIONI.

La forza centrifuga del mobile tiene ſempre
il filo tanto teſo, quanto lo può eſſere; ma a
cagione delli due punti fiſſi T Y, la ſua diſtan-
za dal punto Y ſcema, e creſce ſucceſſivamen-
te, e regolarmente, come quella del lapis dal
punto F della *Figura* 26. laonde la ſua rivolu-
zione ſi fa puntualmente in una linea ſimile a
quella di coteſta figura; e perocchè le circo-
ſtanze

ſtanze reſtano le medeſime nel tempo delle rivoluzioni ſeguenti, il mobile continua altresì a muoverſi nella medeſima ellipſi.

APPLICAZIONI.

Tanto più importa di ben conoſcere l'ellipſi, e le ſue proprietà principali, quanto che tutti i corpi celeſti fanno le loro rivoluzioni in linee curve di queſta ſpecie. Oggidì l' Aſtronomia, di gran lunga più illuminata, ch' ella non era ne' tempi più rimoti, non ammette più que' circoli eccentrici, ai quali s' era coſtretto di ricorrere per iſpiegare certe variazioni, che da lungo tempo s' oſſervano nelle diſtanze degli Aſtri; ed è un' opinione quaſi univerſalmente ricevuta, che gli *afelj*, e *perielj* de' Pianeti primitivi, che gli *apogèo*, e *perigèo* della Luna ſono neceſſarie ſequele d'un moto elliptico. Ma non anticipiam quì ciò, che dovrem dire altrove intorno ai moti celeſti; contentiamoci d' avere ſtabiliti de' principj, che ripeteremo, quando l'ordine delle materie eſigerà, che ſi ſpieghin da noi la forma, la durata, e le proporzioni ec. di coteſte rivoluzioni, e che ſi ſtudj di additarne le cauſe fiſiche.

LEZIONE SESTA.

Della Gravità, o ſia del Peſo de' Corpi.

CHiamaſi *gravità*, o *peſo*, quella forza, che fa cadere i corpi dall' alto al baſſo, quando alla loro caduta niente ſi oppone, o quando gli oſtacoli non ſono ſufficienti per rattenerli.

I Filoſofi non ſon fra lor d' accordo intorno alla cagione di cotal forza. I diverſi pareri, che queſta quiſtione ha fatto naſcere, poſſono in due claſſi noverarſi: gli uni riſguardano il peſo come un principio della natura, come una qualità inerente e primordiale de' corpi, che può non aver altra cagione, ſe non la volontà liberiſſima del Creatore; e con ciò troncano tutte le difficoltà in un tratto: gli altri pretendono, ch' egli ſia l' effetto di qualche materia inviſibile; ma le prove, sù le quali s' appoggiano (convien dirlo) ſoggiacciono a grandi obbiezioni, alle quali non ſembra, che pienamente ſieſi per anche riſpoſto.

Dire con Ariſtotile, e co' ſuoi ſeguaci, che i corpi portandoſi dall' alto al baſſo ubbidiſcono ad un principio, che li fa cadere, non è dir coſa, che poſſa recar chiarezza alla mente nell' oſcurità di queſta materia.

Conſiderare col Newton la gravità de' corpi ſullunari, come natural conſeguenza d'una gravitazio-

zione generale, che si osserva in tutta la natura, e di cui ha egli calcolate sì bene le leggi, è un abbandonar la causa per attenersi all' effetto.

Pretendere colla maggior parte de' Newtoniani d'oggidì, che questo peso de' corpi, che ci son d'intorno, è solo un esempio particolare d'una tendenza, o *attrazione* reciproca, che tutti gli esseri materiali naturalmente hanno gli uni verso gli altri per la sola volontà di Dio, è introdurre in Fisica una novità, che è passata per l'animo a Newton, e prima di lui a parecchi Filosofi *; ma la quale egli non ha voluto, che a lui s'imputasse, se dobbiam credere alle sue proprie parole (*a*). Ma eziandio attribuire con Gassendi la discesa de' corpi a certi effluvj d'una materia, che operi come quella della calamita; che altro è se non indicare una cagione molt' oscura, troppo iudefinita, e la di cui esistenza non è appoggiata a verun chè di certo?

Finalmente veduto abbiamo, ragionando delle forze centrifughe, quale sia stato il sentimento del Cartesio sù tale quistione; in che manchevol sia la sua ipotesi; quello, che fatto abbiano parecchi grand' uomini per renderla plausibile, e per difenderla: e considerato bene il tutto pare, che coloro, i quali vorranno sol dare orecchio sopra la fisica cagione della Gravità a spiegazioni intelligibili nel medesimo tempo e soddisfacenti, cercar non le debbano in alcun' opera, che fino al presente nota ci sia.

Atteniamci dunque a' Fenomeni: se la nostra curiosità non coglie nella cagion, che si cerca, ab-

* Keplero, Frenicle, Roberval.

(*a*) Phil. Nat. Princ. mathem. Tom. I. pag. 11. ed. Genev.

abbiam con che risarcirla; voglio dire con la cognizion degli effetti: quanto è quella incerta, tanto ben provata è questa, e palese; e quello, che potrem di quì imparare, è del pari curioso, che utile.

Avanti il Galileo, cioè quasi un secolo fa, poco sapevasi intorno alle leggi del peso: a cotesto Filosofo Italiano noi siam tenuti delle scoperte più interessanti, che si sieno fatte sù questa materia. La sua teorica è stata generalmente ammessa da tutti i Dotti; e sopra i suoi fondamenti hanno e Hughens, e Newton, e Mariotte faticato da poi con tanta riuscita, e con tanto applauso. Io non propongomi d' inserire nella presente Lezione tutto quello, che questi grand' uomini hanno insegnato intorno alla gravità: un' impresa simile eccederebbe i confini prescrittimi, e convien in oltre studiare ne' scritti loro originali, quando un voglia sapere tutto il noto sù questo argomento; ma aderendo alla pianta dell' opera mia, già sul bel principio proposta, sceglierò solamente le più utili proposizioni, e le convaliderò con prove di esperienza.

Tratterò in prima degli effetti, che provengono dalla gravità sola; e quindi passerò agli effetti, ne' quali cotesta forza entra sol come parte.

PRI-

PRIMA SEZIONE.

De' Fenomeni, ne' quali la Gravità adopera sola sul mobile.

NON si debbon confondere questi due termini, *gravità*, e *peso*, quando si prendono nel senso assoluto; cioè, quando quel, che esprimono, s' intende d' un solo corpo senza alcuna comparazione con altri corpi. Per *gravità* devesi concepire la forza, che sollecita i corpi a discendere, e che lor fa percorrere dall' alto al basso un certo spazio in un dato tempo. Per *peso*, intendiamo la somma delle parti pesanti, che sono contenute sotto il medesimo volume.

La gravità appartiene egualmente a tutte le parti d' un medesimo corpo, sieno o unite, o separate: cotesta forza non è per questo accresciuta, nè diminuita; ma il peso d' un corpo si cambia, come la quantità di materia, che lo compone. Lascinsi cadere nel medesimo tempo due oncie di piombo; elleno discenderanno colla medesima velocità, o stieno insieme attaccate, o separate che sieno; ma il peso nell' una delle due è sol la metà di quel ch' egli sarebbe, se facessero insieme un medesimo corpo.

Si può dunque dire, parlando accuratamente, che un piccolo corpo ha tanto di gravità, quanto un più grande, quantunque abbia meno di peso;

ſo ; perchè l'uno , e l'altro tendono dall'alto al baſſo con la medeſima velocità.

Ma quando ſi paragonano due materie inſieme riſpetto a' loro peſi, e ſi prende un volume determinato per termine di comparazione ; e. g. quando ſi paragona un pollice cubo d'acqua con un pollice cubo di mercurio, il peſo paragonato chiamaſi gravità *ſpecifica* ; vale a dire , la quantità delle parti peſanti, che appartiene ſpezialmente a tale , o tal materia ſotto un dato volume. Diraſſi adunque, per eſempio, la gravità (ſottintendendo *ſpecifica*) dell' acqua è a quella del mercurio , come 1 a 14 ; e ſi vorrà dire, che queſto ſecondo fluido, dato egual volume, ha 14 volte più di peſo, che il primo. Sul fine dell' Idroſtatica noi daremo una tavola delle gravità ſpecifiche delle materie più volgarmente note ; ma prima di venire a queſto eſame, tutto il chè diremo, ſi dovrà intendere della gravità aſſoluta.

Benchè non ſi poſſa dire, che la gravità è eſſenziale alla materia, mentre queſta ſi può concepire ſenza tale propenſione a portarſi verſo il centro della terra ; nulladimeno una lunga e continua eſperienza non ci permette di credere, che di tutti i corpi, che ſono in poter noſtro, alcuno ve ne ſia da queſta affezione eſente. Se alcuni Filoſofi hanno creduto darſi de' corpi naturalmente leggieri , ſono ſtati in ciò illuſi dalle apparenze, ed ignorarono coſe , le quali ſi ſon ſapute di poi . Que' corpi , ch' eſſi han creduto muoverſi dall' ingiù all' insù, come i vapori, il fumo, la fiamma ec. non affettano tale direzione contraria a quella della gravità, ſe non perchè ſono in certe circoſtanze, che ve li sforzano.

no: Coteste cagioni si faccian cessare; e presto si vedranno cadere come tutti gli altri corpi, e provare colla loro caduta, che pesano com' essi, e pel medesimo verso.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si mette sù la piastretta d' una macchina pneumatica un corpo di candela grossa accesa, ovvero un pezzetto di carta ammollata in un liquore fatto collo stagno e col mercurio, e che fuma assai: sopra vi si mette un recipiente cilindrico di vetro, che ha 4 pollici di diametro, e circa un piede d'altezza; e si fa il vuoto più prontamente e più perfettamente, che sia possibile. Vedi la *Figura* 1.

EFFETTI.

Dopo alcune pinte dello stantuffo, la fiamma della candela si spegne; e quando l'aria è sufficientemente rarefatta, il fumo della meccia, od il vapore, che si solleva dalla carta, ricade a modo de' corpi gravi, e si dilata sù la piastretta.

SPIEGAZIONI.

Non potendo la fiamma sussistere in un'aria troppo rarefatta per le ragioni, che diremo in altro luogo; quando si è diminuita la densità di quell' aria, che è nel recipiente, la candela si estingue; ma quando quest' aria è rarefatta ad

un

un certo grado, non ſolamente il fumo, od il vapore non ſi ſolleva più; ma quello ſteſſo, che era giunto alla ſommità del recipiente, precipita, però che il fluido, che lo circonda, eſſendo men di lui peſante ſpecificamente, non lo può ſollecitar ad aſcendere, nè efficacemente opporſi alla ſua diſceſa. Non ſi debbe conſiderar leggermente queſto principio, mentr'egli ſerve a ſpiegare un gran numero di fenomeni di tale ſpezie. Eſaminiamo dunque parte a parte quello, che ſuccede nella deſcritta eſperienza; e vediamo, come l'aria, ed il fumo cambiano di gravità reſpettivamente l'uno all'altro.

Una materia rarefatta è quella, che ſotto un dato volume non ha più tanto numero di parti proprie, quanto n'avea avanti la ſua rarefazione. L'aria del recipiente dopo aver più volte ſoſpinto lo ſtantuffo è ridotta ad un picciol numero di parti ſenza perder niente del ſuo volume; imperocchè ella continua a riempiere il recipiente: ciaſcuna porzione caſualmente preſa in coteſto vaſe contiene dunque meno di particelle d'aria, ovvero è compoſta di parti molto più ſegregate l'une dall'altre, di quel ch'erano avanti la rareſazione. Laonde corriſpondendo il peſo al numero delle parti materiali, una linea cubica di coteſt'aria peſa meno, che una linea cubica della ſteſs'aria non rarefatta. Quello che diciamo di queſto picciol volume, debbe intenderſi proporzionevolmente, d'una ſerie di volumi ſimili poſti gli uni ſopra degli altri in forma di colonna; da che ſi può capire, che ſe la maſſa d'aria contenuta nel recipiente è diviſa in un certo numero di colonne ſimiglianti, ciaſcuna d'eſſe peſerà più, o meno, ſe-

ſecondo chè la maſſa totale ſarà ſtata più, o mano rarefatta.

Il fumo, od il vapore, la cui ſorgente ſta nel ſondo del vaſe, può altresì eſſere conſiderata ſotto volumetti, la ſerie de' quali ſarà una colonna; e ſe ſi paragonerà un volume di vapore ad un pari volume d'aria, ſi concepirà, che quegli de' due, il quale ha più parti peſanti, ha più forze per gire al luogo più baſſo, o per ivi ſtarſene.

Laonde l' aria eſſendo nel ſuo ſtato naturale, ſolleva i vapori, il fumo, la fiamma ec. perchè con egual volume ell' ha maggior peſo; ma quando ella ſi è rarefatta, cioè quando ſi è diminuito il numero delle parti peſanti di coteſto egual volume, non può più ſollevarli, e nè pur ſoſtenerli; ed il fumo ſparſo pel vaſo, trovandoſi allora più peſante relativamente all'aria, che ha cambiata denſità, la ſmuove anch' egli di luogo per la ſua gravità naturale.

APPLICAZIONI

Da tutti i corpi, che ſono sù la ſuperficie della terra, ſi diſtaccano continuamente de' corpuſcoli, che quando han laſciata la maſſa, della quale eran parte, diſpergonſi e ſollevanſi nell' atmosfera, ſinattanto che certe circoſtanze li determinino a ricadere. Tai piccioli corpi, conoſciuti ſotto il nome di *vapori*, e di *eſalazioni*, ſono la materia di parrecchi fenomeni maraviglioſi, ſtupendi, e neceſſarj relativamente a' biſogni noſtri. Si farà da noi menzione altrove delle varie forme, che prendono, e de' lor principa-

cipali effetti: quì non vogliam favellare, se non de' loro moti, cioè della maniera, onde si sollevano, e ricadono; a che naturalmente ci guida l'Esperienza testè spiegata.

Questa quistione si può ridurre a quattro capi principali; 1.° come tai corpicelli si distacchino dalle loro masse; 2.° per qual cagione si sollevino nell'aria; 3.° in qual maniera vi si sostengano ad una certa altezza; 4.° perchè interviene, che ricadano verso la superfizie della terra.

In quanto alla prima dimanda, l'opinione più universalmente ricevuta è, che sul nostro globo, e dentro del medesimo regna un certo grado di calore, che mantiene in moto le parti insensibili di tutti i corpi. Questo moto, dicono, determina le più sottili di cotai parti, e per conseguenza le più mobili, a lasciar la massa comune; come visibilmente osservasi nella superficie dell'acqua fatta riscaldare, de' cibi, e delle frutta, che ci fan cuocere.

E' molto verisimile, che il calore naturale, od artifiziale, sia la cagion principale di questo effetto; ma si dura fatica a credere, che questa ne sia la sola cagione, quando si considera, che l'evaporazione non iscema sempre a ragguaglio del calore. Ne' più rigidi Inverni si vede talora da un giorno all'altro sparire la neve, che copriva la superficie della terra; e l'Esperienza ha fatto vedere a molti valenti Fisici, che il diaccio scema notabilmente nella più fredda aria, e meno a' raggi del Sole esposta.

Io non so, se giusta l'opinione d'un Autore* ver-

* Mushenbroek ne' suoi Coment. sù le Sperienze di Fiorenza, 1. part. p. 137. ediz. di Leide 1731.

verſatiſſimo nella Fiſica eſperimentale, dovremmo quindi conchiudere, che il diaccio ha un principio interno di dilatazione, che non è la materia del fuoco, nè il grado di calore, che in eſſo è potuto conſervarſi; ma bensì il miſcuglio d'un' altra materia ſottiliſſima, che lo fa, direm così, fermentare.

E perchè non potremmo noi attenerci a' principj noti ed ammeſſi da tutti i Fiſici, con dire, che ne' caſi, ne' quali non appar che ſi poſſa attribuire l'evaporazione alla ſola azione del fuoco, debba cercarſene la cagione nella grandezza delle ſuperfizie nello ſtato loro; o nella natura del fluido ambiente relativamente a quella de' corpi, che ſvaporano? Imperocchè, ſuppoſte eguali tutte le altre coſe, è certo, che un cubo di ghiaccio iſolato preſenta all' aria ſei volte più di ſuperficie, che l' acqua d' un vaſe, la cui apertura foſſe eguale ad uno dei lati di queſto cubo: le parti evaporabili hanno adunque ſei volte più di libertà di sfuggirſene dalla maſſa.

Ma, date ſuperfizie eguali in apparenza, non ſi ha egli fondamento di credere, che le parti del ghiaccio ricevono maggior impreſſione dall' aria, che quelle dell' acqua? Non va la coſa forſe del pari in coteſto fluido, come negli altri? Secondo ch' egli s' avvicina alla congelazione, la ſua fluidità non iſcema ella forſe a grado a grado? Le parti non comincian forſe ad aggomitolarſi, prima che legarſi inſieme? E ſe il ghiaccio non foſſe altro, che un adunamento di tali piccole maſſe, o di tai piccioli compoſti più groſſieri che le parti dell' acqua, la ſua ſuperfizie ſcabra, ſe non a' noſtri ſenſi, almen ad un tatto proporzionato a quel-

le piccole rugosità, non farebb' ella sì, che l' aria che lo tocca, più contra lui valesse?

Se questa è una mera congettura, rispetto al ghiaccio, negar non si può, ch' ella sia cosa evidente almeno almen nella neve. Alla prima occhiata s' osserva, che la di lei superfizie è un aggregato di molecule leggiere e permeabili, dirò così, da tutti i lati; e tal leggerezza è tanto più grande, quanto in più freddo tempo s' è la neve formata.

Ma quale vantaggio pretendiam noi ricavare da questa aumentazione di superfizie per ispiegare il fatto, che s' ha tra mani? Supponendo che la massa d' aria, la quale attornia i corpi, possa contribuire alla loro evaporazione d' altra guisa, che col grado di calore ch' ella può comunicar loro, certo è, che quest' aria averà tanto più d' azione sopra i corpuscoli evaporabili, quanto sarà maggior l' estensione, in cui li toccherà, o (ch' è la stessa cosa) con quanto meno di facce cotesti piccoli corpi saranno alla lor massa comune attaccati. Dir si può dunque in generale, che le medesime parti d' un corpo (esempigrazia dell' acqua) sono tanto più disposte ad esalare, quanto sono più isolate; e che in conseguenza la neve, o tutt' altra congelazione di questo genere può svaporare istessamente, e forse più che l' acqua contenuta in un vase.

Ma che può far (dirassi) l' aria esterna sopra coteste piccole parti quasi isolate?

Non solamente ella averà più di valore, e d' agevolezza per distaccarle dalla massa urtandole da l' un lato e dall' altro; ma adoprerà in oltre, per direttamente traportarle, gli stessi mezzi, che le fanno ascendere, quando son distaccate del tutto.

Di questi mezzi il più noto, e più generalmente ricevuto, si è, l'eccesso di gravità dell' aria medesima. Si dice comunemente, che quei corpicelli, i quali formano i vapori e l'esalazioni, essendo specificamente meno pesanti, che l'aria che li circonda, si sollevano nell'atmosfera, come il fumo nella nostra Esperienza s'è sollevato nell'aria del recipiente, e che salgono così fin nella mezzana regione, ove trovansi in equilibrio con un'aria più rara: la difficoltà è sempre stata di fare intendere, come le parti svaporate de' corpi terrestri potessero acquistare questa leggierezza respettiva, capace non sol di sollevarli al di sopra dell' aria, ma ancora di vincere la resistenza dello sfregamento, che di continuo s'oppone alla loro ascesa: si dura sempre fatica a comprendere, come l' acqua, per esempio, possa diventar leggiera più che un fluido, il quale ad egual volume pesa circa 800. volte meno di lei.

Quando si suppongono coteste particelle divise gran fatto, la loro estrema picciolezza ajuta a capire, com'elleno si sostengano in alto, mercè lo sfregamento, che cresce come le superficie moltipliacate con la divisione; ma questa risposta, che leva una difficoltà, quando si vuol solamente spiegare la sospensione de' vapori, ne fa nascer un'altra notabilissima, quando si esamina la lor salita. Imperocchè il medesimo sfregamento che le sostiene, fa lor ostacolo, quando hanno a cadere, e quest' ostacolo è tanto più grande, quanto elleno son più divise.

In oltre, che si guadagna alla fine con questa divisione, se ciascuna parte (per picciola che sia) immediatamente circondata d' aria riman tale,

qual era nella maſſa, dond' ella è sfuggita? Il volume d' aria, che le corriſponde, non decreſce forſe colla ſteſſa proporzione? E ſe l' acqua in generale peſa 800. volte più che l' aria, la proporzione ſi troverà ne' più piccioli volumi, come ne' più grandi.

Delle due coſe l' una dunque ha da ſeguire: o che le parti, ch' eſalano da' corpi, cambiano ſtato diſtaccandoſi dalla maſſa; o che l' aria che li tocca, impiega per via traportarle un altro mezzo fuor della ſua gravità.

Queſta conſiderazione ha prodotte alcune ipoteſi molto ingegnoſe. E' ſtato da alcuni ſuppoſto, che ciaſcuna di coteſte particelle foſſe un palloncino pieno d' un' aria ſottile, dilatata dal calore, appreſſo a poco come le bolle di ſapone, con che ſi traſtullano i fanciulli. „ Tale veſcichetta, dicono, è più leggiera, che il volume d' aria, al quale ella corriſponde nell' atmosfera; ed il ſuo eceſſo di leggerezza può eſſer tale, che ſuperi ancor la reſiſtenza dello sfregamento.

L' immaginazione è ingegnoſa, non ſi può negarlo, ed io credo, che non ſarebbe impoſſibile di conſervarle qualche veriſimiglianza; ma ſe è neceſſario del calore per dare a coteſti palloncini un volume ſufficiente, noi non averemmo vapori in tempo d' Inverno: o ſe così poco n' abbiſogna per gonfiarli, come non iſcoppieranno nella State?

Altri ci ſono ſtati, che cercando nella dilatazione de' vapori un principio di leggerezza ſufficiente, hanno conſiderato le loro parti, come tante molecule, i cui pori ingranditi e diſteſi dall' ezion del fuoco aumentano il lor volu-

lume altrettanto, e più di quel che la loro primiera denſità eccedeva la denſità dell'aria. Secondo queſta opinione, una particella d'acqua ridotta in vapore, ſarà, per eſempio, 1000; ovvero 1200 volte più grande ch'ella non era, e per conſeguenza corriſponderà a un volume d'aria più che baſtante per ſollevarla. Coteſta gran dilatabilità de' vapori è fondata ſopra eſperienze che non ſi poſſono rivocare in dubbio, e le quali noi deſcriveremo, quando lo permetterà l'ordine delle materie; ma ella eſige un grado di calore molto più grande, che quello, il quale regna ordinariamente ne' corpi, che cominciano a ſvaporare: e ſe ſtaccandoſi da queſto eſempio, quando ſi veggion vapori aſcendere in un tempo freſco, conchiudeſi, che fa tanto caldo, quanto baſta per dilatarli a ſegno d'eſſer più dell'aria leggieri, queſto è (per quanto pare) un ſupporre ciò ch'è in quiſtione: io per me credo, che paſſi un gran divario tra la ſemplice evaporazione, e la dilatazion de' vapori.

Ma ſe il calor naturale non può d'ordinario ſe non ſervir a diſtaccare coteſti corpuſcoli dalle loro maſſe, e non li mette ſempre in iſtato di ſalire; ſe l'aria da un altro canto non può col ſuo peſo ſolo sforzarli ad aſcendere tali quali ſono; qual è dunque il mezzo, che la natura aggiunge a queſta prima cagione? Imperocchè è certo, che i vapori ſi ſollevano in ogni tempo colla ſola differenza dal più al meno.

Se m'è lecito arriſchiar quì le mie congetture, dirò, che l'aria dell'atmosfera fa nel medeſimo tempo l'ufizio di diſſolvente, e di ſpugna

verso i corpi ch' ella tocca immediatamente. Come s' intende, che diventi salata l' acqua dolce, allorchè ella si mette in un vase che ha in fondo del sale? Questa ragion se ne dà, che insinuandosi il liquore ne' pori del corpo solido, si ricongiunge, e si raduna egli medesimo da tutti i lati sotto le parti che compongono la superficie; le solleva finalmente, e le divide a tal grado, che coteste parti medesime entrano ne' pori dell' acqua, alla stessa maniera, e per la stessa cagione, che quelle dell' acqua han penetrato il sale. Quanto più sono isolate le parti del sale, quanto più il sale è poroso, e quanto più è umido prima che s' immerga, più altresì la sua dissoluzione diventa facile; e ne appar chiara la ragione senza bisogno di dirla; così pure i corpi che svaporano, continuamente immersi nel fondo d' una massa d' aria spugnosa somministrano una quantità di vapori tanto più copiosa, quanto le loro parti sono più esposte all' azione di questo fluido, e quanto più egli stesso per il suo stato attuale è disposto ad ammetterli ne' suoi pori. Non oserei dire, che l' aria s' insinua ne' pori de' corpi solidi, o de' liquidi, come l' acqua nel zucchero, o nel sale ch' ella discioglie; ma affermerò cosa credibilissima, quando dirò, che essendovi in tutti i corpi moltissima aria disseminata, le loro superficie sono composte di molecule, delle quali un grandissimo numero è mera aria; e che quest' aria comunica con altra, che similmente è parte degli strati inferiori; così che la materia propria di questi corpi, quando sono d' aria circondati, rassomiglia ad un grano di sale umido, che si tuffa nell' acqua, e ch' è tanto più dissolu-

lubile; quanto è ſtato più penetrato d' acqua prima che eſſere tuffato. La ſuperficie che ci pare la più liſcia ed eguale, preſenta dunque all' aria, che la tocca, parti iſolate, e che s' attengono alla maſſa ſol per un picciol numero di punti; e però che non vi ha alcuna nota materia, in qualunque ſtato ch' ella eſſer poſſa, le cui parti ſieno perfettamente in quiete l' une riſpetto all' altre, ne ſegue, che nella ſuperficie de' corpi non vi abbia veruna particella, la quale non ſia diſpoſta più o meno a cedere a' conati dell' aria, che l' attornia.

Ma ſe l' aria è, come c' immaginiamo che ſia per iſpiegare la ſua elaſticità, un corpo ſpongioſo, le cui parti raſſomigliano a piccioli filamenti, o lamette ſpirali; per traportar le picciole parti ſopraccennate de' corpi non abbiſognerà ella d' altra forza, fuorchè di quella che ſi oſſerva tutto dì ne' corpi di tale ſpezie; imperocchè, ſiccome il ſale ſi ſolleva in una maſſa d' acqua, a miſura che queſt' acqua lo diſcioglie, quantunque le ſue parti ſieno più peſanti, che quelle dell' acqua; ſiccome l' acqua ſi ſolleva nel zucchero ad onta del ſuo proprio peſo: così ſi potrà dir parimenti, che i vapori e l' eſalazioni, ſenza diventar più dell' aria leggieri, s' alzano nell' atmosfera ſecondo la proporzione che v' è tra eſſe, e la poroſità del fluido.

Vero è, che non ſi ſa appuntino, come i liquori s' innalzino al di ſopra del loro livello in una ſpugna, ne' tubi capillari; ed altri corpi ſimiglianti; imperocchè ſe taluno diceſſe, eſſere l' attrazione cagion di queſto effetto, non ſoddisſarebbe ſe non ad una parte de' Filoſofanti, la quale non è nè men quella, che ammette ſolo

idee chiare ed intelligibili; ma in quanto al fatto si è perfettamente d'accordo. E quando io dico che i vapori ascendono nell'atmosfera, come l'acqua in una spugna, non pretendo risarmi sino alla prima cagione: m'attengo solamente alla cagion prossima ed immediata; e a dir tutto in breve, non ho altra mira, che di spiegare un fatto con un altro, il che in Fisica è permesso.

Non posso quì estendere questa idea, quanto bisognerebbe per darle tutta la verisimiglianza, ond'ella è capace: una tal digressione ci allontanerebbe troppo dal nostro oggetto presente; averò occasion di ripigliarla, e ragionarne più a dilungo, quando si toccherà l'argomento de' Tubi capillari: quì non soggiungo, se non che questa ultima cagione insieme coll'altre da noi non rigettate diventa sufficiente per formare, e per sollevare i vapori; potrà nè più nè meno giovar a tenerli sospesi sin a tanto che cangiandosi l'atmosfera di densità, o per compressione, o per condensazione, od eziandio per dilatazione, cotesti piccoli corpi sospesi si ravvicinino e formino masse più pesanti, ovvero s'abbandonino al loro proprio peso; siccome vedesi avvenire nel recipiente d'una macchina pneumatica, ove appare una piccola nebbia dopo le prime pinte dello stantuffo, perchè l'aria rarefacendosi, abbandona i corpi stranieri ch'ella contiene. *

Per rifarci dalla nostra prima Esperienza, è dunque certo, che Aristotele, e quelli che l'hanno seguitato, si sono ingannati, quando hanno voluto, che vi fossero de' corpi, i quali naturalmente tendessero a moversi dall'ingiù all'insù.

Quello

* Mem. de l'Acad. des Scienc. 1740. p. 252.

Quello, che noi detto abbiamo intorno ai fatti, che li hanno in errore indotti, basta per far intendere, non darsi leggierezza assoluta; e che i corpi, impropriamente chiamati leggieri, sono quelli, che hanno poco peso, o poca materia propria sotto un gran volume.

Si può nella gravità considerare, come in qualunque altra forza, la direzione, e l'intensione; vale a dire, la misura, o la quantità della sua azione sopra i corpi.

La direzione della gravità è sempre la stessa: i corpi, che cadono liberamente, si dirigono da sè medesimi verso la superficie della terra per una linea perpendicolare all' Orizzonte, come appare nel farsi la prova sopra d'un' acqua stagnante e quieta; e se qualche volta descrivono, cadendo, linee oblique, o curve, questo avviene perchè vi sono sforzati da ostacoli: tal è la discesa d' un pendulo nel tempo della sua mezza vibrazione: egli non descriverebbe già un arco di circolo, se non fosse ritenuto dal filo, che lo costrigne a girare attorno del punto di sospensione.

In vece di esprimere la direzione della gravità con una perpendicolare dell'Orizzonte, bene spesso ella s'esprime con una tendenza al centro della terra, il che significherebbe la stessa cosa, se il nostro globo fosse perfettamente sferico; imperocchè allora tutti i raggi prolungati dal medesimo punto sarebbono altrettante perpendicolari alla superficie. Ma questa ipotesi non è più nè ricevuta, nè degna da ammettersi; e se il globo terrestre è una sferoide schiacciata verso i poli, come s'ha gran ragione di credere; il compasso, e la riga fan vedere, che

le

le linee dirette perpendicolarmente a tutti i punti della sua superficie non mettono capo al vero centro; ma a diversi punti, che compongono uno spazio attorno del centro. Ma essendo questo spazio piccolissimo a causa della pochissima differenza tra la figura attribuita alla terra, e quella d'una sfera perfetta; si può senza errore sensibile, e quando non trattasi di questa quistione, ritener l'espression comune, e prendere il centro della terra per quello de' corpi gravi.

In quanto all'intensione della gravità si può dimandare, 1°. S'ella sia la stessa in tutti i corpi, in tutti i tempi, in tutti i luoghi. 2°. S'ella varia secondo lo stato de' corpi. 3°. Se può crescere nello stesso mobile; e come i suoi progressi si fanno.

L'esperienza non può insegnarci, se non a un dipresso, quanto di spazio un corpo percorra in un certo tempo in virtù della gravità, che l'avviva; perchè egli ha sempre da vincere ostacoli inseparabili dallo stato naturale, come ne provano i corpi, che ubbidiscono a qualunque altra potenza. La resistenza de' mezzi, che varia, come le loro densità; la figura del corpo, che cade; la proporzione della sua massa col suo volume; e qualche altra considerazione, di cui parleremo in appresso, impediscono, che accuratamente si sappia la misura della primitiva gravità, e tale, quale sarebbe, se da cause straniere diminuita non fosse. Si sa solamente, che a Parigi, per cagion d'esempio, o ne' contorni, una palla di piombo, od altro qualunque corpo, il quale abbia molta materia con poco volume, percorre nell'aria libera in circa piedi

di 15. di Francia nel primo ſecondo della ſua diſceſa. Fra poco ſi vedrà, perchè io abbraccio tutte queſte circoſtanze in queſta propoſizione.

Credevaſi un tempo, che la gravità, ed il peſo foſſero ſinonimi; e che i corpi cadeſſero tanto più preſto, quanto più di maſſa avevano. V' era in fatti qualche veriſimiglianza nel credere, che un mobile compoſto di quattro parti peſanti doveſſe tendere maggiormente al termine della gravità, che un altro mobile, il quale non ne aveſſe ſe non una, o due; e ciò, che finiva d' indurre in errore, ſi è, che vedevaſi una penna, una carta, un fiocco di lana ec. cader ſempre più lentamente d' una pietra, d'un pezzo di metallo ec. ma un *più*, od un *meno*, non decidono niente, quando non vi è proporzione con la cauſa, che ſi ſoſpetta. Vide bene il Galileo, come avea veduto Ariſtotele, che una piuma cade men velocemente d' una lira di piombo; ma egli miſurò queſto *meno*, lo comparò coll' eccesſo di maſſa del corpo più a cader pronto, e trovò, che non corriſpondeva alla differenza, che v' è tra i peſi de' due mobili. S' appigliò dunque ad un' altra idea della gravità; ed in vece di penſare, come fin allora s'era penſato, che più foſſe di gravità nel piombo, che nella piuma, eſcogitò l' eguaglianza di cotal forza in ambedue; ma concepì, che la reſiſtenza del mezzo ſi facea più ſentire su quel de' due corpi, il qual avea meno di materia. Tale raziocinio era ben fondato; e noi ne farem conoſcere tutta l' adeguatezza, ſpiegando l' eſperienza, che ſegue.

II. ES-

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si ferma ſtabilmente sù la piaſtretta d' una macchina pneumatica un telajo, il quale contiene un cannoncino di vetro, che ha ſei piedi di lunghezza, due pollici e mezzo di diametro, più largo, e aperto nelle ſue due eſtremità A, B *Figura* 2. ſi attacca nella ſommità col mezzo d' un anello di cuojo ammollato una piaſtretta di rame, ſotto la quale ſta fiſſo il coperchio, o l' animella d' un pezzo, che gira verticalmente, e che dividendoſi in ſei raggi forma altrettanagliette, o forbici a molla. Queſto pezzo è rappreſentato ſolo di faccia nella *Figura* 3. e vedeſi di fianco in CD *Figura* 4. il ſuo aſſe porta un rocchello, o ſia ruota dentata fatta a guiſa di lanterna, che infilza un' altra ruota fatta a caviglie F, impennata ſopra un gambo di rame affatto cilindrico, che trapaſſa da parte a parte la piaſtretta, ed un collare G ripieno di pelli crude non conciate. Il capo di queſto gambo è attaccato ad un rotello H, al di ſopra del quale v' è un anello, che corriſponde ad una lieva I, e queſta lieva ſi move col mezzo d' una cordicella; K è un tamburro corredato d' una molla da oriuolo per contratirare la cordicella, che circonda, e fa girare il rotello H.

Prima di mettere queſto pezzo ſopra il tubo di vetro, conviene por cura di guernire le ſei tanagliuzze, ponendo a ciaſcheduna due piccoli corpi, i volumi de' quali ſieno appreſſo a poco ſimili, ma che nel peſo differiſcano: di manie-

ra che però queste due differenze non sieno egualmente grandi in ogni pajo. Così si potrà, per esempio, mettere nella prima un pezzo di piombo, ed una piuma; nella seconda un pezzo di cuojo, ed un piccolo foglio di carta; nella terza un pezzo di legno, ed un pezzo di ferro ec.

Rarefatta, che si avrà l'aria nel tubo, più che sia possibile, colla tromba, tirando la cordicella L si farà girare la ruota F, per mettere una delle tanagliuzze in situazione verticale, come D; si tira di poi la cordicella M per alzare la ruota F, il cui orlo preme la piccola lieva η, e fa aprire la tanaglia; avendo questa fatto il suo ufizio, se ne fa passare alla stessa maniera un' altra; e così di mano in mano fino all' ultima.

EFFETTI.

Tutti cotesti corpi scappando a due a due cadono nel medesimo tempo, e non lasciano scorgere differenza alcuna sensibile nella durazione della lor cadnta.

Ma se si ricomincierà l'esperienza, lasciando il vase pieno d'aria nello stato suo naturale, quei corpi, che hanno più di peso, cadono più presto; e la lentezza degli altri è più sensibile, a misura che la lor massa è men grande. Così il legno cade più lentamente, che il ferro; ma la sua lentezza non è sì grande, come quella della carta, o della piuma.

SPIGAZIONE.

La prima parte di questa esperienza prova evidentemente, e direttamente, che la gravità è eguale in tutti i corpi, e che le differenze, che si scorgono nelle loro cadute, non debbono attribuirsi, se non alla resistenza de' mezzi, per li quali cadono; poichè con sopprimere, o diminuire grandemente questa resistenza, i tempi, che impiegano nel discendere da eguali altezze, sono sensibilmente i medesimi. La seconda parte c'insegna, come dobbiamo calcolare quelle differenze, che osserviamo nella caduta de' gravi, che hanno divario fra loro nella quantità di materia. Imperocchè, se consideriamo la gravità, come una velocità comune, ed eguale in tutti i gravi, le quantità di moto, o le forze di due corpi, che cominciano a cadere, non possono differire tra esse, se non per la massa. Supponiamo dunque un pezzo di piombo, che pesi 12 oncie, ed un pezzo di legno di pari volume, e di figura simigliante, che ne pesi una; poichè la velocità iniziale, o la gravità di questi due mobili è la stessa, le loro quantità di moto, nel primo istante della loro discesa, saranno come le loro masse; vale a dire, 1 nel pezzo di legno, e 12 in quello di piombo. Supponiam ora, che nel tempo delle loro cadute la resistenza del mezzo rallenti il loro moto d'un mezzo grado; cotal diminuzione sarà eguale nell'uno, e nell'altro, poichè il mezzo è lo stesso, i volumi sono eguali, e le figure simiglianti; ma il pezzo di piombo, che ha perduto un mezzo grado di moto, ne ha ancora

ra 11 e mezzo; laddove il pezzo di legno per una ſimil perdita non ſi trova averne più che un mezzo grado in tutto: nell'uno il moto è rallentatto ſolamente la duodecima parte; nell' altro un' intera metà, quantunque queſti due effetti procedano dalla medeſima cagione.

APPLICAZIONI.

Il principio, che provato abbiamo poc'anzi colla deſcritta eſperienza, è d'una importanza ſomma; quindi è, che non ſi è omeſſo diligenza, nè ſtudio, affine di metterlo in tutto il ſuo lume. Il Signor Newton l'ha confermato col mezzo delle vibrazioni di molte palle ſoſpeſe, i diametri, ed i peſi delle quali ſono ſtati da lui diſpoſti con varia proporzione. Fra poco noi moſtreremo, che queſta ſpezie di moto è un effetto della gravità: così quando due palle del medeſimo peſo, della ſteſſa groſſezza, e ſoſpeſe a fila eguali, continuano a ondeggiare per l' iſteſſo ſpazio di tempo nella ſteſs' aria, elleno ſan vedere, che ſon avvivate da gravità eguali; e convien perſiſtere in un ſimil giudizio, tuttochè la diminuzione del peſo vi apporti differenza, ſe, come l'eſperienza lo dimoſtra, coteſta differenza non corriſponde alla proporzione delle maſſe.

I Signori Frenicle, e Mariotte dietro la ſcorta del Galileo provarono la diſceſa diretta de' corpi a grandi altezze; ma niuno fece tai ſorte di prove in più vantaggioſe circoſtanze di quelle, nelle quali ſi trovò M. Deſaguilliers *, che s'avvalſe della grande altezza della cupola di

* *Tranſact. Philoſoph. n. 362. art. 4.*

di San Paolo in Londra, e s'ajutò co' lumi porti a lui dal Newton, dall' Hallejo ec. i quali furono all' esperienza presenti.

Si lasciarono cadere molti corpi di pesi, e volumi differenti, dall'altezza di 272. piedi; e si osservò, che due palle, i diametri delle quali erano di presso a 5 pollici e $\frac{1}{2}$; e che pesavano l'una 2610 grani, e l'altra 137 $\frac{1}{2}$, impiegarono tempi molto differenti nel cadere da tutta cotesta altezza; imperocchè la più pesante finì la sua discesa in 6 secondi $\frac{1}{2}$, e la discesa dell' altra ne durò quasi 19: il che fa vedere, che la velocità de' corpi, che cadono, non è proporzionale alla loro massa; imperocchè in quest' ultima esperienza le due palle, quanto al peso sono appresso a poco nella proporzione di 19 con 1; e tutte le altre circostanze sono eguali e per l'una, e per l'altra; nulladimeno la più pesante non è già caduta 19 volte più presto dell' altra; imperocchè in vece di 6 secondi, avrebbe dovuto impiegarne un solo.

E' facile adesso spiegare, perchè la medesima materia si fa più lenta a cadere a misura ch' ella si divide, o cresce di volume; come un pezzo di legno ridotto in assicelle sottili, un mazzo di carte, od un fascio di penne non legato. La caduta d'una grossa pioggia è molto differente da quella della neve; e l'acqua, che cade senza dividersi, fa uno sforzo più notabile, che quella, che si riduce in stille, e che si dilata nell'aria, ch'ella travalica.

Se non fosse questa resistenza dell'aria, che ritarda, e divide i corpi, le parti de' quali non sono fortemente legate, si vedrebbe con istupore non men

che

che con pericolo una secchia d' acqua gittata per una finestra, cader sul lastricato col medesimo scroscio, e colla stessa violenza, che un masso di ghiaccio d' egual peso. Se, per esempio, il peso dell' acqua così gittata fosse d' un boccale *, tanto sarebbe il ricever essa sul capo, quanto il ricevere una pietra del peso di due lire, caduta dalla medesima altezza. Ma la maraviglia non durerebbe a lungo appresso quelli, che han piena contezza de' principj, che da noi quì si spiegano. Imperrocchè sanno, che una massa liquida, che cade per qualsivoglia mezzo materiale, prova una resistenza diretta nella sua parte inferiore, ed uno sfregamento nelle superficie laterali: che queste due sorte di resistenze ritardano ciò, che è esposto alla loro azione immediata, più che il resto; e che perciò il mobile, le cui parti non sono quasi per niente legate, deve in breve tempo cambiar figura e dividersi; ma questi ultimi due effetti devon cessare, quando la cagione, che suole produrli, più non sussiste.

Una Esperienza quasi del pari antica, che la macchina pneumatica, e che senza il merito della novità è non per tanto curiosa, prova mirabilmente bene quello, che noi diciamo della caduta de' liquori.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un tubo di vetro massiccio e forte anzi che no, *Figura* 5., il diametro del quale pareggia 8,

* Corrisponde alla *Pinta* de' Francesi, che contiene due lire di peso di liquido.

o 10 linee, mettonsi alcuni pollici d'acqua; e dopo d'aver fatto il vacuo nel resto della capacità del tubo, si suggella alla lampana d'uno Smaltatore in A.

EFFETTI.

Quando si agita questo tubo perpendicolarmente, l'acqua si solleva tutta in un pezzo all'altezza di alcuni pollici, come in B; e ricadendo nell'istessa guisa al fondo, fa il medesimo strepito, e il medesimo sforzo, che un corpo solido; e cotesto suono è molto più acuto, quando si riserva una palla cava e sottile nella parte superiore, come appare dalla Figura.

SPIEGAZIONE.

Se dalla superficie dell'acqua C fino in A vi fosse in questo vase dell'aria, tale quale è quella dell'atmosfera; quando per l'agitazione l'acqua sollevasi da C in B; la colonna d'aria contenuta in cotesta parte sottentrerebbe per un instante all'acqua, ed occuperebbe il suo luogo; e l'acqua nel ricadere incontrerebbe questo fluido pieghevole, il quale ritarderia la sua caduta, e dopo una divisione reciproca, le cederebbe il di lei primo posto; ma quando v'è solamente dell'acqua nel tubo, e nulla v'è, che la disunisca, ella ricade tutta insieme, e la base di questa colonna liquida, colpisce immediatamente il fondo del vase, come appunto farebbe un cilindro solido del peso medesimo.

AP.

APPLICAZIONI.

Il mercurio d'un barometro (se l'istrumento è ben fatto) si trova nel caso medesimo, in cui si trova l'acqua di quest' ultima esperienza. Quando egli si fa ondeggiar nel tubo, se la scossa è gagliarda, si corre rischio di frangere il vetro; e sempre s'ode il colpo, come quello d'un corpo solido; perchè la parte superiore del tubo è vuota d'aria, ed il mercurio urta immediatamente nel fondo.

Il tempo non porta per sè stesso veruna differenza alla gravità de' corpi; quando non si supponga (ma perchè dovrem supporlo?) che i cambiamenti, che le sopravvengono, sono uniformi e proporzionali in tutta la natura. Imperocchè se parliamo de' pesi comparati, ciò che pesa una lira, continua sempre a pesare esattamente una lira, fin che la quantità di materia resta la medesima. Se ne può prendere argomento dalle gravità specifiche delle materie, che son note; l'oro, per esempio, è costantemente nella proporzione di 19 $\frac{1}{2}$ ad 1 con l'acqua pura. Vero è, che queste quantità sono soggette a picciole differenze; ma ragion vuole, che si attribuiscano a' differenti stati delle materie, al freddo, al caldo, alla secchezza, all'umidità, piuttosto che rifonderle in una ignota cagione, la quale non si ha fondamento di sospettare. Se avviene alla giornata, che un corpo diventi più o meno pesante di quel ch'egli era, si dee por mente, ch' egli ha perduto, o acquistato delle parti materiali, che aumentano, o diminuiscono la di lui massa. Una spugna, od altro corpo equivalente, sos-

pesa al braccio d' una bilancetta, ed esposta alle impressioni dell' aria, diviene ora più, ora meno pesante; e ciò proviene, perchè l' umidità, che regna nell' aria, aggiugne qualche cosa al suo peso in certo tempo; ed al contrario glie ne toglie, quando fa più asciutto. Questa spiegazione è sì naturale, e sì ben ricevuta, che parecchi si servono di questo mezzo per conoscere l' umido, o il secco dell' aria. Si sa, che il legno navigato è più leggiero, che il legno nuovo: s' averà egli per questo a conchiudere, che la gravità varia? Non è egli manifesto, che cotesta diminuzione di peso proviene dall' aver egli perduto una parte della sua sostanza? Almeno dubitar non si può, che l' acqua non gli abbia fatto perdere una gran parte de' suoi sali; imperocchè il ranno, che si fa della sua cenere, poco ne contiene, e per questa cagione egli è men opportuno ad imbiancare i panni lini.

Se è paruto, che alcune esperienze indicassero de' cambiamenti nel peso d' una medesima materia, non dobbiamo non pertanto credere ch' elleno provar possano, siccome alcuni hanno creduto, che la gravità varj per successione di tempo: ci sembra più verisimile, che coloro, i quali le hanno fatte, siensi ingannati per qualche difetto nell' esecuzione non ben atteso dalla loro vigilanza. I pesi de' penduli, de' menarrosti, degli oriuoli, ec. sono prove d' esperienza, che si possono lor opporre, e che in dubbio rivocar non si possono.

Ma se il tempo non apporta variazione alcuna alla gravità de' corpi, almen non si cangia ella cotesta forza secondo i luoghi?

Dirò

Dirò in ordine a questo, che considerando noi il centro de' corpi gravi essere quel della terra, sarem forse portati a credere, che ad una più, o men grande distanza da cotal termine la gravità non sia per esser sempre la stessa. Ma quando, per paragonar questa forza con se medesima, l'abbiamo provata nelle maggiori altezze, e nelle maggiori profondità, che a noi sieno accessibili, e non ci avendo scorta veruna differenza, pare, che sia permesso il credere, ch'ella sia uforme per tutto. Ed in fatti si è supposto star la cosa a questo modo, finchè sono state trovate ragioni da credere il contrario.

Il Newton ci assicura (e il Newton merita d'essere ascoltato) che quella secreta potenza, che sollecita i corpi a cadere verso la terra, adopera meno sopra di essi, quando sono da lei più lontani: va avanti, e ci dà delle regole per calcolare questa diminuzinne, e quasi ch'egli avesse portata la bilancia sin sulla Luna, vuole, che si creda, che una pietra, la qual di là cadesse, non farebbe sul bel principio niente più di strada in un minuto, di quel ch'ella ne fa quaggiù in un secondo; vale a dire, che ad una tale altezza ella discenderebbe 3600. volte più lentamente, che non fa, quand'è vicina alla superfizie della terra.

Se reca maraviglia, come questo Filosofo abbia ardito di così decidere sopra cose, che pajono troppo superiori alle forze dell'umano intendimento, molto più ci dee far stupire il non aver egli spacciate coteste proposizioni come sistemi, ma l'averle rafforzate e confermate con prove, che reggono contro il più severo esame. Non ha per verità dimostrato il Newton, che

la forza centripeta della Luna ſia la ſteſſa, che quella degli altri corpi, che al noſtro globo appartengono; ma lo ha ſuppoſto con tanta veriſimiglianza, che non dee averſi in conto di mera conghiettura; imperocchè la ſua teoria della Luna, da lui fondata sù tale ſuppoſizione, è quella, che più alla verità s' accoſta, e che dà i luoghi di coteſto Pianeta i più conformi alle oſſervazioni Aſtronomiche.

Come dunque ſaper ſi può quello, che ſegue nella Luna, così che ſe ne favelli con tanta franchezza, e ci rieſca eziandio a guadagnarſi gli altrui voti, e l' altrui credenza?

Nelle opere medeſime del Sig. Newton, o in eſtratti più ampj, che quì non avrebbon luogo, conviene ſtudiare i di lui penſamenti, e le ſue prove. Quello ch' egli ha inſegnato intorno alla gravità de i corpi, è conneſſo con tutto il ſiſtema generale del Mondo, da lui più felicemente, che da verun altro Filoſofo concertato; ed è difficile grandemente il formarſi un' eſatta idea di queſta parte, quand' ella ſi ſepara dalle altre, colle quali ell' ha una conneſſione sì neceſſaria. Ci contenteremo quì dunque di far ſolamente vedere in iſcorcio, come poſſibil ſia giudicar della gravità de' Corpi all' altezza della Luna, prendendone il filo e la proporzione da quella, che hanno quaggiù, con ſupporre, che la forza centripeta della Luna altro non ſia, fuorchè quella gravità, che fa andare verſo il centro della terra i corpi, che ci ſono dappreſſo.

Supponiamo, che T, *Fig. 6.* rappreſenti la terra, D la Luna, L Q R S l' orbita della Luna medeſima; cioè la rivoluzione, ch' ella fa attorno della

la terra nello ſpazio di quaſi un meſe. E' cognita la diſtanza della terra dalla Luna, ch'equivale a un di preſſo al ſemidiametro del globo terreſtre 60. volte ripetuto: e queſte son quantità note, ha già lungo tempo, e ſopra le quali ognuno è d'accordo.

Parlando delle forze centrali nella Lezion precedente abbiam fatto conoſcere, che un corpo, il quale circola, lo fa in conſeguenza d'una forza che lo ſpigne, o che lo tira ſempre verſo un medeſimo punto, mentre un'altra forza lo ſollecita a moverſi in un'altra direzione. Quando noi vediamo girar la Luna attorno di noi, poſſiamo dunque conchiudere con tutta ſicurezza, ch'ella ha una forza centripeta; o, il che è la ſteſſa coſa, ch'ella gravita verſo la terra.

Abbiam pur fatto vedere, parlando del moto compoſto, che ſe un mobile ubbidiſce nel medeſimo tempo a due potenze, come LP, LC, ſi conoſce la ragione proporzionale di queſte due potenze dalla diagonale LQ, ch'eſſo mobile deſcrive.

Sapendoſi il tempo, che ſta la Luna in percorrere tutta la ſua orbita, ſi ſa ne più nè meno quello, ch'ella impiega a deſcriverne una piccola porzione, come LQ: e quindi giudicar ſi può della ſtrada, ch'ella averebbe fatta, ſe aveſſe ſol ubbidito ad una delle due potenze. Se, per eſempio, LQ è lo ſpazio, ch'ella percorre della ſua orbita in un'ora, LP rappreſenta la quantità dello ſpazio ch'ella diſcenderebbe in un'ora, ſe ſeguitaſſe l'impulſione della ſola gravità.

Appreſſo a poco in ſimil guiſa è venuto il New-

ton a capo di conoſcere, che un corpo grave, cominciando a cader dalla Luna, percorre a un dipreſſo 15. piedi nello ſpazio d'un minuto; poi comparando queſta velocità con quella de' corpi, che quaggiù ubbidiſcono alla gravità, trovolla 3600. volte men grande. Imperocchè una pietra, la quale cadeſſe liberamente per un minuto, percorrerebbe 3600. volte 15 piedi, ovvero 54000. piedi: dal che conchiude, che la gravità decreſce, come il quadrato della diſtanza creſce; imperocchè 3600. è il quadrato di 60, e la Luna è 60 volte più lontana dal centro della Terra, di quel che ſieno i corpi, che ſtanno come noi sù la ſuperficie.

Se noi poteſſimo poggiare ad altezze aſſai notabili, ſarebbe una coſa curioſa molto il mettere in fatto queſta teoria con qualche eſperienza; ma le noſtre più alte Montagne non ſon ſufficienti: e quando le ſupporreſſimo alte due leghe perpendicolarmente al di ſopra del terreno più baſſo, a cui diſcender poſſiamo, ben ſi vede dal calcolo, che il decreſcimento della gravità ſarebbe ancora inſenſibile.

Se una diſtanza più, o meno grande de' corpi gravi dal centro della terra ha potuto far ſupporre qualche variazione nella loro gravità, ſimili ſoſpetti naſcer forſe dovevano eziandio dalla differenza de' climi? In un tempo maſſimamente, in cui la figura della Terra era tuttora ſtimata sferica, non dovevano per quanto appare, tutti i luoghi della ſua ſuperfizie crederſi indifferenti, per quello ſpetta ad una cotal tendenza al centro?

Dacchè ſi è ſuppoſto, che la Terra ſi muove in 24 ore attorno del ſuo aſſe, ſi avrebbe potuto

tuto por mente, che tutte le parti della sua superficie non girano egualmente presto; quelle, che sono sotto l' Equatore, descrivendo circoli molto più grandi, che quelle che a' poli sono vicine; come l' abbiam mostrato spiegando l' esperienza del globo di vetro nella precedente Lezione *.

Questa considerazione guidava naturalmente a pensare, che tutti i corpi che sono nella superficie del nostro globo, partecipando del suo moto, hanno una forza centrifuga; che questa forza contraria alla gravità doveva essere più grande verso l' equatore, che verso i poli; e che perciò la gravità doveva scemare a proporzione della vicinanza a cotesta parte della terra. Ma prima di Cartesio, e di Hughens non si ragionava di forze centrifughe; e se Copernico nel propor la sua ipotesi vi avesse sopraggiunta questa questa novità, è molto probabile, che nel suo tempo non sarebb' ella stata meglio applaudita che 'l resto.

Nel 1672. M. Richer essendo andato per ordine del Re all' Isola di Cayenne, situata in gradi 5. di Latitudine, per fare delle osservazioni non praticabili nel nostro clima, fece una scoperta di maggior rimarco senza dubbio, che tutte quelle ch' egli s' avea proposte. Osservò, che un pendulo, che a Parigi batteva i secondi, misurava tempi più lunghi nel paese, ove allor risiedeva.

Un Pendulo è un istrumento composto d' un corpo pesante, come una palla di piombo, e. g. che descrive archi attorno d' un punto fisso, col mezzo d' un filo, o d' una verghetta sottile che lo tiene sospeso. Noi farem vedere nel decorso

di

* VI. Esperienza Fig. 22. 23.

di questa lezione, che il suo moto, che *oscillazione* s' appella, è un effetto della gravità; e ch' egli è più, o meno pronto, secondo che il filo di sospensione ha più, o meno di lunghezza.

M. Richer essendosi dunque appieno accertato, che il suo pendulo modellato a Parigi per battere i secondi, nell' Isola di Cayenne ritardava, vi rimediò raccorciandolo d' una quantità, di cui tenne conto esatto; e questa esperienza ripetuta di poi da molti buoni osservatori, e ultimamente dagli Accademici che sono andati al Perù, e da quelli che hanno fatto il viaggio del Nord, per le misure che alla figura della terra si riferiscono, ha sempre mostrato, che verso l' Equatore i corpi cadono più lentamente che altrove, e che tale ritardo scema a proporzione che cresce la latitudine del luogo.

Col fondamento d' una cognizione di questa fatta si è messa più che mai in credito l' opinione del movimento diurno della terra; e però che una tale rotazione, ammessa che sia, imprime alle parti del globo delle forze centrifughe, le quali non sono eguali in tutta la distesa del globo medesimo, s' incominciò a formar de' dubbj intorno alla sua figura, che giusta il volgar sentimento passava per sferica.

Fin tanto che si è considerata la Terra come immobile, era verisimile, ch' ella fosse una sfera perfetta; perchè le sue parti obbedendo ad una gravità eguale, dovean formare attorno del centro comune della loro gravità raggi, o colonne di pari lunghezza per istare in equilibrio. Ma se questa gravità primitiva trovasi diminuita da una forza contraria, e non si fa questa diminuzio-

zione in quantità eguali per tutta l' estensione del globo, non è possibile d' accordare l' equilibrio delle sue parti con una figura perfettamente sferica.

Sia A D B E *Fig.* 7. una sezione diametrale della terra nel momento della creazione composta di parti egualmente pesanti verso il punto C, e cotanto fluidi, che ordinare e disporre si possano in conseguenza della lor gravità: egli è certo, che tutti i raggi A C, D C, F C, ec. per essere in equilibrio devono essere della medesima lunghezza, e che tutte le loro estremità saranno schierate e ordinate nella circonferenza d' un circolo.

Ma se si consideri la terra, come avente un moto di rotazione sù l' asse A B, l' equilibrio non può più sussistere tra raggi eguali: imperocchè allora la forza centrifuga distrugge una parte della gravità, e tale diminuzione va sempre crescendo dal polo all' equatore. Imperocchè il punto D descrive in 24 ore un gran circolo; il punto F nel medesimo tempo percorre un parallelo, il cui diametro è molto più piccolo; ed il punto A nè men gira. La colonna C D per essere così pesante, come C A, deve dunque crescere in lunghezza, e compensare con più di materia la diminuzione della sua gravità, che la sua forza centrifuga le cagiona.

Il moto di rotazione produce un simile effetto negli altri paralleli; ma questo effetto va sempre diminuendosi sino ai poli per due ragioni; 1°. perchè la velocità del moto, e per conseguenza la forza centrifuga che ne risulta, scema con questa proporzione; 2°. perchè questa forza, ch'

ch'è direttamente contraria alla gravità sotto l' Equatore, non gli viene se non obliquamente opposta per tutt' altrove, come è facile l'osservarlo nella figura; imperocchè, per esempio, nella latitudine del punto F la gravità agisce secondo la direzione FC, e la forza centrifuga ha la sua tendenza per FL.

Ne segue da tutto questo, che se la terra gira sul proprio asse, la gravità non è eguale per tutto: la materia, che compone questo globo, per essere in equilibrio con sè medesima, deve via via sempre più elevarsi da' poli fino all'Equatore, come HIKG; da che risulta, che il diametro del suo Equatore è più grande, che il suo asse AB. La cosa si renderà palpabile coll' esempio che segue.

Empiesi di paglia d'avena un sacco di cuojo di montone, composto di dodici fusa simili alle stampe, colle quali si cuoprono i globi, che rappresentano il Cielo, o la terra: cotesta spezie di sfera flessibile è corredata ne' suoi due poli di due pezzi di legno traforati, che scorrono sopra un asse di ferro quadrato, le cui estremità sono rotondate come due perni, e col mezzo d'una rotella fissata a una di queste due estremità, siccome appar dalla *Fig.* 8. s'imprime in cotesto globo un moto di rotazione per mezzo della macchina, con la quale abbiam fatto girare il globo di vetro, e ch' è rappresentata nella *Fig.* 22. della precedente Lezione. Questo moto gli fa perdere in poco tempo la sua figura sferica, e pigliar quella d'una sferoide, che vedesi sensibilmente schiacciata ne' poli, ed elevata nell' Equatore, più di quel ch' esige una sfericità perfetta.

I Si-

I Signori Hughens, e Newton, senza ricorrere a simili esperienze, che avrebbono poco peso in una materia bisognosa d'una somma accuratezza, fondati unicamente sopra le leggi della Statica e delle forze centrali avevano raccolto, che la terra doveva essere una sferoide schiacciata verso i poli: co' loro calcoli erano anche giunti a determinare, di quanto il diametro dell' Equatore eccedesse l'asse in lunghezza. Ma dipendendo questa decisione da ipotesi, che lasciavano dell' incertezza, l'opera di cotesti grand' uomini quasi altro esito non ebbe, se non che quello di rendere a questa quistione applicati ed attenti i più valenti Fisici, e di farli accorti della sua importanza.

Quando la teoria ne mena a qualche scoperta fisica, pare, che sia riservato all' esperienza il porvi l'ultima mano; ma qual mezzo vi era di fare delle sperienze sopra la figura della terra? Le più decisive, che si possano fare, è il misurarla attualmente, comparando gli archi d' uno de' suoi meridiani, come di poi s' è fatto.

Quantunque l'istoria di ciò, ch' è seguito a tal proposito, sia curiosissima e interessante, io m' asterrò dal riferirla, perch' ella non è necessariamente legata col mio oggetto presente: in molte opere recentissime ella si trova molto più minutamente descritta, di quel ch' io far potrei quì a cagion de' limiti che mi ho prescritti; ma in niuna meglio che in quella, la quale di proposito ci ha data il Sig. de Maupertuis, che più che altri ha cooperato a guidare ed eseguire questa bella intrapresa. Dirò solamente, che il viaggio fatto al Nord da questo illustre Accademico insieme con molti de'

suoi

ſuoi Compagni, affine di miſurare un arco di meridiano, che poteſſe eſſere comparato con quelli, ch' erano ſtati miſurati in Francia, ha già confermata la figura, attribuita prima d'ora alla terra dall' Hughens, e dal Newton: e ch' è probabiliſſimo, che gli altri Accademici, che ſono attualmente nel Perù, niente ci faran ſapere di contrario; ma ci ſapran dire ſolamente, di quanta eſtenſione ſia lo ſchiacciamento del noſtro globo verſo i poli.

Un' altra quiſtione, che ora preſentaſi, è dirizzata a ſapere, ſe il peſo d' un corpo varia ſecondo i differenti ſtati, ch' egli può prendere; ſe il moto, la quiete, il freddo, il caldo, la ſolidità, la fluidità, ec. poſſono renderli più, o meno peſanti nel luogo medeſimo.

In generale ſi può riſpondere, che il peſo, o la gravità aſſoluta d' un corpo non varia, finchè la ſua quantità di materia è la medeſima: una lira di piombo peſa ſempre intrinſecamente una lira, o che ſia fuſo, o che ſia ſolido; più, o meno caldo; ſia in moto, o no: imperocchè quand' ella è paſſata per tutti queſti ſtati, ſe non ha perduto niente della ſua quantità di materia, vi ſi ritrova coſtantemente il medeſimo peſo.

Ma ſe ſi conſidera la gravità, come la velocità attuale, con la quale il corpo grave ſi porta dall' alto all' ingiù, molto è lungi, ch' ella ſia la medeſima ſul principio, o ſul fine della caduta. Qualunque eſſer poſſa la cagione della gravità, biſogna concepire queſta forza, come s' ella foſſe collocata nel mobile medeſimo, ſul quale ella adopera: a un dipreſſo come il fuoco, che ſolleva un razzo per l' infiammazione

ſucceſſiva delle parti ch' egli contiene; di maniera che ella adopera ſopra un corpo, mentre egli cade, tanto, e nella ſteſſa guiſa ad ogni momento, come ſe foſſe fermato: laonde, tutte l' altre coſe ſuppoſte eguali, una palla di piombo, che ha ceduto alla propria gravità per lo ſpazio d'un ſecondo, ha una velocità attuale più grande che quella, la qual foſſe ſolamente diſceſa per un mezzo-ſecondo. Rendiamo ſenſibil la coſa con una eſperienza.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

AB, *Fig.* 9. è una caſsa più lunga, che larga, aperta di ſopra, e nella quale ſdrucciola un paniere pieno di terra molle. AD, e BC, ſono due colonne cilindriche di 3. piedi e mezzo d' altezza, diviſe in pollici, e ſopra le quali ſi fa ſcorrere un' aſſicella mobile poſta trasverſalmente EF, che ſi ferma con viti a quell' altezza, che più ſi vuole. Nel mezzo di queſto legno trasverſale è un buco, nel quale ſi ritiene una palla d' avorio d' un pollice di diametro, col mezzo d' una tanaglia, che ha molla: la palla H, ſimile alla precedente, è ſoſpeſa da un filo alla metà della diſtanza tra il legno trasverſale mobile, e la cunetta; ed il filo di ſoſpenſione è fermato per tal maniera, che quando ſi laſcia andare la palla G, l' altra comincia a cadere nel medeſimo tempo.

EFFETTI.

Le due palle avendo cominciato a cadere nel medesimo tempo, finiscono la loro caduta l'una dopo l'altra; e la palla H, che arriva la prima sù la terra molle, vi fa uno sprofondamento, il quale è molto minore, che quello della palla G, che giunge da poi.

SPIEGAZIONI.

Lo sprofondamento, che ciascuna palla fa nella terra molle, è il prodotto del suo sforzo: questo effetto esprime la forza attuale del mobile nel fine della sua caduta; cotesta forza non può venire, se non dalla sua massa, e dal suo grado di velocità; ma le masse sono eguali: se dunque le forze sono differenti, ciò nasce perchè la palla G terminando di cadere aveva più di velocità, che la palla H.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE..

Tirato un po' innanzi che siesi il paniere della macchina quì sopra descritta, acciocchè una nuova palla possa cadere sopra un luogo, dove la terra molle non abbia ricevuto sprofondamento, si ferma il legno mobile trasversale ad un piede di elevazione sopra della cassa, per far cadere una palla di rame, che pesa 3 oncie; quindi s' alza il detto legno trasversale tre piedi, per far cadere sopra un nuovo

vo ſito, un' altra palla di rame cava, dell' iſteſſo diametro che la prima, e che peſa ſolo un' oncia.

EFFETTI.

Paragonando i due ſprofondamenti, ſi trovano perfettamente eguali.

SPIEGAZIONI.

Quello, che la precedente eſperienza ha ſolo indicato in generale, queſta lo dimoſtra con maggior preciſione; imperocchè non ſolo dà ella a conoſcere, che la velocità de' corpi, che cadono liberamente, creſce in una caduta più lunga; ma ci dà la miſura di queſto creſcimento con far conoſcere, ch' egli è proporzionale all' altezza: il che divien evidente, quando ſi fa attenzione, che un' oncia di maſſa ha prodotto il medeſimo effetto, che 3 oncie; perchè l' altezza della ſua caduta è ſtata 3 volte maggiore.

APPLICAZIONI.

Non v' è Contadino, che non ſappia, che la caduta d' una pietra è tanto più da temerſi, quanto vien da più alto; e che i corpi fragili corrono maggior pericolo di romperſi in ſimil caſo. Queſti fatti ſon sì noti, che non porta il pregio di fermarvici. Oſſerveremo ſolamente, che ſiccome nella noſtra eſperienza una maſſa più grande venendo da minore altezza ha prodotto l' iſteſſo sforzo, che una maſſa minore da

più alto caduta; si può scegliere tra questi due mezzi, quando si tratta di valersi della potenza d'un mobile, che debbe operare con la sua caduta; imperocchè è utile bene spesso poter sostituire del peso ad una grande elevazione.

Non v'ha dubbio, per esempio, che de' grossi martelli impiegati a forza di braccia con una velocità sufficiente verrebbono a capo di sprofondare de' pali, di lavorare delle ancore, di battere il ferro delle miniere nelle fucine, dov'egli si prepara in grande, ec. ma ci va molto minore spesa nel far cadere da un'altezza mediocre masse pesantissime, il cui moto è avvivato, e regolato per lo più dalla forza dell'acqua, o da quella del vento.

Ed eccoci così chiariti, almeno in generale, che la caduta de' corpi s'accelera ad ogni istante. Vediamo adesso per via d'esperienze, qual sia la progressione di questo aumento di velocità.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

A B, e C D, *Figura* 10. sono due corde di metallo, o di minugia, d'incirca 12 piedi di lunghezza, fortemente, e parallelamente tese ad alcuni pollici di distanza l'una dall'altra, e che fanno con l'orizzonte un angolo di circa 22 gradi e mezzo. G è un mobile, che liberamente sdrucciola per mezzo di due piccoli rotoli sopra la corda A B, ed il suo centro di gravità è più basso che la corda, affinchè la punta, ch'è nella sua parte superiore, conservi sempre la stessa situazione; H è un pendulo un poco pe-

pesante, che si move sù due perni A, *a*, e la verghetta del quale eccede un poco verso *f*. La lunghezza del pendulo dev' essere tale, ch' egli faccia appuntino una vibrazione, mentre il mobile G percorre la nona parte della corda A B. Per accertarsene bisogna avere in pronto un regoletto di legno, che serve a misurare la corda in nove parti eguali; e collocare in faccia alla prima di queste parti, e sopra la corda C D una piccola squilla K, il cui sostegnetto scorre, e si ferma con una vite, a qual distanza che si vuole. Egli debbe aver pure un martelletto, che di passaggio viene allentato dal mobile G. Da un' altra parte il pendulo H fa suonare parimenti un' altra squilla I, il cui tuono è differente, e la coda della verghetta, ch' eccede in *f*, fa allentare di passaggio un picciol filo di seta, che ritiene il mobile G: di maniera che quando il tutto è bene aggiustato, il mobile G non parte, se non quando il pendulo fa suonare la sua squilla I per la prima volta; e l' altra squilla K non dà il suo primo colpo, se non quando il pendulo fa sentire il secondo colpo della sua: perciò tra il primo, ed il secondo colpo, o suono della squilla, scorre un tempo, di cui s' ha la misura, e parimente in questo tempo il mobile percorre uno spazio cognito. Si arretra poscia la squilla K, sin tanto che lo spazio percorso dal mobile G sia determinato dal secondo tempo; cioè sinatantochè il terzo colpo della squilla I s' accordi con quello della squilla K, che si è arretrata; e così di mano in mano. E misurando gli spazj percorsi, se ne fa comparazione co i tempi.

EFFETTI.

Durante la prima vibrazione del pendulo, il mobile G percorre la nona parte della corda: s'egli continua a moverſi, di mano in mano nel ſecondo tempo percorre tre volte altrettanto di ſpazio, e nel terzo cinque volte, di maniera che la ſua velocità è accelerata; poichè in tempi eguali miſura ſpazj, che vanno creſcendo, ed il progreſſo di queſta accelerazione corriſponde a' numeri impari 1, 3, 5, 7, 9 ec. il che fa dire, che gli ſpazj percorſi, cominciando dal primo iſtante della caduta, corriſpondono al quadrato de' tempi; imperocchè alla fine del ſecondo tempo ſi trova per il numero degli ſpazj 4, ch'è il quadrato di 2; e alla fine del terzo 9, ch'è il quadrato di 3.

SPIEGAZIONE.

Se la gravità foſſe una forza eſterna, o come tale; cioè, che la ſua azione ſul mobile, ch' ella avviva, foſſe ſimile a un colpo di martello, che produce nel primo urto tutto quello, ch'egli far può, la velocità del corpo grave ſarebbe ſempre eguale, ed uniforme (aſtraendo dagli oſtacoli eſtranj). Imperocchè qual ſarebbe la cagione, per cui doveſs'ella mutarſi, poſto che niente la diminuiſſe, e la potenza, che l'ha fatta naſcere non continuaſſe a operare? Ma la gravità, come già detto abbiamo, è una forza, che ſeguita, ed accompagna, dirò così, il mobile, e che ripete ſopra di eſſo le ſue impulſioni ad ogni iſtante. La velocità d'un corpo, che

che cade, non è dunque solamente quella, ch' egli aveva principiando a discendere; ma è la somma di quelle, ch'egli ha acquistate per tutto il tempo della sua caduta.

Quando il mobile G della nostra esperienza percorre lo spazio A 1, la gravità è, che lo fa discendere: per conseguenza, se si suddivide il tempo, ch'egli impiega per fare questa strada, deesi concepire, che in ciascun istante egli abbia ricevuta una nuova velocità; e che quando egli è arrivato alla zifra 1, la sua velocità attuale è maggiore, che quando è partito dal punto A.

Per sapere precisamente il valore di quest'aumentazione; supponiamo, che la linea AB, *Figura* 11. rappresenti questo primo tempo diviso in 6 istanti eguali; ed esprimiamo i piccoli spazj percorsi in questi istanti col mezzo di tante linee perpendicolari ad AB. Se nel primo istante la gravità fa percorrere al mobile uno spazio eguale a *cc*, quello, ch'egli percorrerà nell'istante seguente *dd*, sarà doppio; perchè l'impulsione del secondo istante unendosi a quella del primo, che sempre sussiste, raddoppierà la velocità, e così di mano in mano: l'inspezione sola della Figura basta per far capire, che le velocità acquistate sono come il numero degl'istanti.

Immaginiamo adesso, che nel principio del secondo tempo espresso per BC, eguale ad AF, la gravità cessi d'operare sopra il mobile, egli continuerà a discendere senza accelerazione, percorrendo tanti spazj simili a BD, quante vi sono in BC parti eguali a quelle del primo tempo AB. Ma la somma di queste linee è doppia

di quelle del primo tempo, com'è facile vedere, sparteudo il quadrato BDCE in due triangoli: egli è dunque dimostrato, che il mobile in virtù delle velocità acquistate nel primo tempo può percorrere uno spazio doppio di quello, che ha percorso. Così quando il mobile G della nostra esperienza è arrivato al fine del primo spazio, tuttochè non acquistasse altre nuove velocità, nel tempo della seconda vibrazione di pendulo s' avanzerebbe sino alla cifra 3.

Ma se la gravità continua a operare, debbe produr nel secondo tempo altrettanto effetto, che nel primo. Se dunque si aggiungeranno sul lato DE, che rappresenta un tempo eguale ad AB, linee, il numero, e la lunghezza delle quali sieno simili alle prime *cc*, *dd*, ec. si averanno, per li spazj percorsi nel secondo tempo, i tre triangoli BCD, CDE, e DEF, la somma de' quali pareggia tre volte ABD.

Parimenti quando il mobile G parte dal punto 1, egli è in istato di percorrere nel secondo tempo due spazj in virtù delle velocità acquistate nel primo tempo, ed un terzo in conseguenza della nuova impulsione, ch' egli riceve in ciascun tempo, ed in questa guisa perviene alla cifra 4.

Segue la medesima cosa per tutti gli altri tempi: e, per poco che vi si badi, si vede, che il quarto, nono, decimosesto spazj percorsi, corrispondono al secondo, terzo, quarto tempo; e che le quantità, che appartengono a ciascun tempo, prese separatamente, sono tra esse, come le cifre 1, 3, 5, 7, ec.

Quindi siegue, che un corpo caduto da una cer-

certa altezza ſi trova avere ſul fine della ſua caduta un grado di velocità tale, qual gli farebbe meſtieri per riſalire così alto, ſe qualche cauſa mutaſſe la ſua direzione. E ſe riſale in fatti colla ſua velocità acquiſtata, il ſuo moto è ritardato aſcendendo, com' è ſtato diſcendendo accelerato.

Imperocchè, ſupponiamo, per eſempio, che il corpo A, *Figura* 12, ſia arrivato in B per una velocità accelerata, cioè percorrendo nel primo tempo lo ſpazio 1, e nel ſecondo lo ſpazio 2 tre volte maggiore; s' egli riſaliſſe in virtù della velocità attuale, ch' egli ha, e la gravità ceſſaſſe di operare ſopra di lui, riſalirebbe nel primo tempo da B in A.

Ma ſe venga la gravità a ritardar queſto moto, la ſua azione ſopra il mobile, che aſcende, ſarà come ſopra quello, che diſcende; gli darà ella da ſù in giù una tendenza capace di farlo diſcendere la quarta parte di AB. Perciò in luogo di riſalire ſino in A, arriverà ſolo in C; e nel tempo ſeguente, la medeſima tendenza, ch' ella continua a dargli, eſſendo tre volte maggiore, egli non farà aſcendendo, ſe non la terza parte di quello, che ha fatto nel primo tempo: giungerà dunque in A in due tempi; e gli ſpazj, ch' egli percorrerà, ſaranno 3 ed 1. Donde ſi vede, che la velocità d' un corpo, che riſale, è ritardata dalla gravità, ſecondo la progreſſione de' numeri impari, 1, 3, 5, 7, ec.

APPLICAZIONI.

Quello, che abbiam poc'anzi insegnato con la precedente esperienza, intorno all'accelerazione de' corpi gravi, ed alle leggi di quest'accelerazione, trovasi vero appuntino speculativamente: in pratica eziandio le differenze non sono sensibili, quando si esaminano cadute di picciol rimarco, quali sono quelle, che noi abbiamo praticate. Ma se questa teoria si applica agli effetti naturali, trattandosi di grandi altezze, ella non milita in tutta la sua ampiezza, a cagione della resistenza de' mezzi, o degli altri ostacoli, che ritardar possono la velocità de' corpi cadenti. Ne abbiamo già date delle prove con la seconda Esperienza, e n' abbiam citate dell' altre, fattesi in grande tanto in Italia, quanto in Francia, e in Inghilterra. In 4 secondi $\frac{1}{2}$ una palla di piombo cade dall' altezza di 272 piedi, secondo la legge dell' accelerazione da noi dianzi stabilita; e non avutosi riguardo ad alcuna estrania resistenza questo mobile doverebbe percorrerne 289; dunque son 17 piedi, che la resistenza dell' aria toglie in simil caso dal prodotto della sua accelerazione.

Questa diminuzione sarebbe ancora più notabile, se la palla in vece d'esser di piombo fosse di legno, o di qualche materia ancor più leggiera. Imperocchè abbiam già fatto vedere, che la resistenza del mezzo ritarda tanto più il moto de' corpi, quanto più hanno di volume, e meno di massa; ed è noto dall'Esperienze di M. Desaguilliers, già da noi citate, che una palla di cartone di 5 pollici di diametro, impiegò 6 secondi $\frac{1}{2}$ per ca-

cadere dall' istess' altezza, che la palla di piombo; laddove una caduta di questa durata avrebbe dovuto produrre 325 piedi, cioè 53 di più di quel che ha fatto.

La caduta de' corpi non differisce dagli altri moti, se non per la sua direzione: la resistenza de' mezzi vi si lascia dunque scorgere all' istesso modo; vale a dire, che bisogna aver riguardo non solamente al volume del mobile relativamente al suo peso, ma ancor al suo grado di velocità, ed alla densità del fluido, nel quale egli fa la sua caduta. Imperocchè è mestieri di maggior forza, o di maggior tempo per ismuovere l' acqua, che l' aria in pari quantità. Quindi addiviene, che quando un corpo ha acquistato con la sua accelerazione un certo grado di velocità, che lo mette in equilibrio col mezzo resistente, continua a moversi uniformemente.

I corpi che cadono, giungono più presto, o più tardi a cotesto moto uniforme, secondo la densità de' mezzi, che travalicano, o secondo che hanno più, o meno di volume con la medesima massa. Quindi è, che gittandosi per una finestra de' corpi di pesi differenti, come pezzetti di carta, scheggie di legno, di pietra ec. osservar si può, che i primi dopo avere accelerato nello spazio di 12, o 15 piedi, cadono poscia con un moto sensibilmente eguale: la grandine cade più presto, che la pioggia, e la pioggia più presto, che la neve, per la stessa ragione. Tolti via questi ritardi, l' acqua del Cielo, che feconda la terra, e di cui dispone la natura secondo i nostri bisogni, disolerebbe continuamente le nostre campagne, e le nostre abitazioni: anche una

minu-

minuta grandine coll' estrema velocità della sua caduta sarebbe un peso da temersi per le nostre teste.

Quello, che la resistenza de' mezzi toglie dall' accelerazione della gravità ne' corpi, che discendono, l' aggiugne al suo ritardo ne' corpi, che si muovono da giù in sù. Così il corpo B *Fig.* 12. che in virtù della sua velocità acquistata potrebbe salire fino al punto A, donde è disceso, si fermerà più basso a cagione del mezzo, che gli resiste, e che distrugge una parte del suo moto. Quando lasciasi cadere una palla d' avorio sopra un marmo, quand' anche cotesti due corpi fossero d' una elasticità perfetta, non occorrerebbe aspettare, che la palla rimontasse sino al luogo della sua mossa; l' esperienza è d' accordo affatto con questa teoria.

II. SEZIONE.

De' Fenomeni, ne' quali il Moto è composto della gravità, e di qualche altra potenza.

SE quì si richiami alla memoria quanto abbiam detto del Moto composto, non ci resterà, che da fare delle applicazioni de' principj generali da noi stabiliti; imperocchè la gravità è una potenza, la cui direzione, ed intensione sono già note da quello, che fin ora abbiamo insegnato. Se si conosceranno le altre forze,

ze, che seco lei cooperano al movimento d' un corpo, i diversi effetti che possono risultarne, saranno sempre conformi alle leggi del moto composto, che abbiamo piantate nella Lezione precedente. Scorriamo i casi più generali e più interessanti.

Quando un corpo non ubbidisce pienamente alla sua gravità, tanto in riguardo alla direzione, che all' intensione, questo avviene, perchè egli è ritenuto da qualche ostacolo, o sollecitato da qualche forza attiva, che direttamente, o indirettamente opera contro quella prima potenza.

Se l' ostacolo è direttamente opposto alla gravità, ed è invincibile, come il filo, da cui pende la palla A, *Figura* 13., ovvero il piano orizzontale, che impedisce ch' ella non passi più oltre: allora è un mobile, che trovasi tra due potenze eguali, opposte nella medesima linea; cioè l' azione della gravità, e la reazione del punto fisso, a cui egli è sospeso, o del piano, sul quale riposa: e noi abbiam detto, che in simil caso il mobile resta in quiete. Ovvero se l' ostacolo può cedere alla gravità, ecco allora il caso di due forze, l' una delle quali ubbidisce secondo il vantaggio, che l' altra ha sopra di essa: il moto riman semplice, ma ritardato solamente, come avviene, quando i corpi gravi cadono per mezzi resistenti.

I corpi gravi, a' quali non cedono gli ostacoli, fuorchè insensibilmente, come il peso d' un orologio, d' un menarrosto ec. non lascian vedere alcuna accelerazione nella loro discesa; perchè in queste sorte di macchine il moto è moderato da' mezzi, che ad ogni istante rimenano il mobile

bile alla ſua velocità iniziale; cioè a quel grado di velocità infinitamente piccolo, col quale comincierebbe a cadere, ſe foſſe libero.

Per concepire, come un corpo poſſa cadere lungo tempo, e ſeguitamente ſenza accelerare il ſuo moto, s' immagini una palla, la quale cada per una ſcala, i cui gradini ſono un po' larghi, ed in tal maniera, che cadendo dal primo ſul ſecondo non acquiſti, ſe non la velocità neceſſaria per giungere all' orlo del gradino rotolando, e per cader ſul terzo, e così degli altri: egli è evidente, che al centeſimo gradino la ſua caduta ſarà ſimile a quella, ch' eſſa palla ha fatta nel primo; perchè, come ſi ſuppone, ogni volta ch' ella ha rotolato orizzontalmente, ha perduta la velocità, ch' ella aveva acquiſtata con la precedente caduta. La ſteſſa coſa ſuccede a un dipreſſo, benchè meno ſenſibilmente, al peſo d' un pendulo, quando un dente del rocchetto ſcappa dalle palettine: la lumaca gira un poco, la corda ſcorre altrettanto, ed il peſo fa una picciola diſceſa non avvertita dall' occhio a cagione della picciolissima ſua durata, ma ch' è però più pronta ſul fine, che ſul principio; la reſiſtenza, che prova il dente ſeguente finattanto che ſcappi, conſuma ben preſto coteſta piccola aumentazione di velocità, e la ſeconda caduta ſi fa come la prima; cioè come ſe il mobile partiſſe dalla quiete.

Se alcuna coſa obbliga un corpo grave a diſcendere per una linea obbliqua all' Orizzonte, od è un oſtacolo, la cui reazione ſi proporziona agli sforzi della gravità, come un piano inclinato, o un filo, che tiene ſoſpeſo il mobile; oppure è una forza attiva, che ha la ſua miſura de-

ter-

terminata; come lo sforzo del braccio, che getta una pietra, o quello della polvere accesa, che fa scattare una palla di moschetto. Esaminiamo divisamente questi due casi negli Articoli seguenti.

ARTICOLO PRIMO.

Della caduta de' Corpi per piani inclinati.

Il piano inclinato, di cui quì si tratta, è quello, che non è nè verticale, come *a p*, *Fig.* 14. nè orizzontale, come *p C*; ma che, come la linea *a C*, forma un triangolo colle due prime linee.

Il piano inclinato, tanto è inclinato meno, quanto più si solleva sopra del piano orizzontale; o, il che si riduce alla stessa cosa, quanto la linea *a p* è più lunga rispetto a *p C*. Così il piano *a* C è più inclinato, che *a* D.

Quando un mobile discende per un piano inclinato, la cosa va del pari, o se sostenuto sia da un piano solido d'una inclinazione costante; o se venga ognor tirato proporzionalmente da una potenza, la cui direzione faccia in tutti gl' instanti un angolo simile con quella della gravità, come F A, od *f a*.

Un corpo grave, ch'è obbligato di discendere così per una linea obliqua all'Orizzonte, debb' essere considerato come ubbidiente a due forze, le cui direzioni sono differenri, ed il suo moto debbe comporsi secondo le leggi, che abbiamo stabilite nella Lezione precedente: gli effetti,

fetti, che abbiamo quì da esaminare, non sono se non applicazioni ed esempj di quelle.

Supponiamo dunque, che A P rappresenti la gravità, cioè lo spazio, che percorrerebbe il mobile A nel primo tempo della sua caduta, se cadesse liberamente; e che A F sia un'altra potenza, che lo tira innanzi e obliquamente: formando sù questi due primi lati il parallelogrammo P A F *a*, come l'abbiamo insegnato, la piccola diagonale A *a*, darà e la direzione, e la quantità del moto composto. Quindi si vede, che al fine del primo tempo il mobile sarà in *a*; cioè molto men basso, che non sarebbe, se avesse sol seguitata l'impulsione della gravità.

Se si vuol sapere, qual sarà il prodotto del secondo tempo, convien rappresentare le due potenze per mezzo di linee tre volte più lunghe; imperocchè la gravità, che averebbe fatto cadere il mobile per A P nel primo tempo, gli averebbe fatto percorrere *a p* tre volte più lunga in un pari tempo, preso continuatamente.

Quest'aumentazione di potenze, se le loro direzioni non mutano ordine tra esse, darà per il secondo tempo la diagonale *a b* tre volte più lunga, che A *a*, e nell'istesso addirizzamento; e se si continuerà la medesima operazione, si averà finalmente, mercè la serie di queste diagonali, il piano inclinato A C.

Se mutasi la direzione della potenza, che fa ostacolo alla gravità, e diventi, come *c a*, o *d a*, il parallelogrammo si cambia; e per conseguenza il moto composto, ch'è espresso dalla diagonale. Il mobile in vece di discendere per *a b*, cade-

caderà per *a g*, od *a b*: di modo che se questo cambiamento di direzione giugnesse fino a far operare l' ostacolo perpendicolarmente alla propensione della gravità, come *e a*, allora la caduta del mobile non sarebbe punto ritardata; dovechè lo sarebbe, se la resistenza si facesse per un verso direttamente contrario, come *i a*; il che non ha bisogno d' essere spiegato.

Da questi principj segue, 1°. che un corpo non cade mai così presto per un piano inclinato, come per la linea verticale, ch' è la sua natural direzione; imperocchè in luogo di percorrere A P nel primo tempo, si vede, che discende sol la quantità A *k*; e nessuno de' punti *b g h* è così basso, come *p*.

2°. Che quanto più il piano è inclinato all' Orizzonte, tanto più la caduta è ritardata; imperocchè discendendo per il piano *a* C, il mobile non percorre se non la linea *a h*, nel tempo ch' egli percorrerebbe la linea *a g*, se discendesse per lo piano *a* D meno inclinato; e se il piano fosse affatto orizzontale, per quanto si movesse, la sua caduta sarebbe assolutamente nulla.

3°. Che la gravità, tuttochè ritardata, accelera la caduta de' corpi secondo le medesime leggi, e le medesime proporzioni, che la gravità, che agisce sola e liberamente. Imperocchè si vede, che la linea *a b*, prodotto del secondo tempo, è tre volte più grande, che A *a* prodotto del primo. Questa differenza è simile a quella delle linee A P, ed *a p*, ch' esprimono cadute libere.

4°. Che si può paragonare la velocità d' un mobile, che discende per un piano inclinato, a

quella

quella del medesimo corpo, il quale cadesse liberamente per la linea verticale; ovvero i gradi di velocità di due corpi, che percorrono piani differentemente inclinati; poichè si sa la quantità della caduta per ciascun istante preso seguitamente, come A *a*, *a b* sopra un piano, di cui si conosce l'inclinazione; e la differenza di queste quantità sopra differenti piani, come *a b*, *a g* in tempi eguali. Laonde prendendo per termine di comparazione il tempo, che il mobile impiegherebbe in cadere perpendicolarmente dall'altezza del piano *a p*, trovasi, che la durazione della sua caduta per il piano inclinato è più lunga tanto, quanto il piano *a* C, oppur *a* D eccede in lunghezza la linea *a p*. Rendiamo ciò sensibile con una Esperienza.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien disporre le corde della *Figura* 10. in modo, che elleno formino un piano inclinato A B, che abbia due volte altrettanto di lunghezza, che di altezza; ed aggiustare il pendulo in guisa tale, che faccia una vibrazione, mentre una palla d'avorio cade dall'altezza A P. Se il mobile G partirà nel medesimo tempo, che questa palla.

EFFETTI

Non giungerà al termine del piano inclinato, se non sul fine del secondo tempo; vale a dire, che

che la durazione della ſua caduta è verſo quella della palla d'avorio, come la lunghezza del piano inclinato, ch' egli percorre, è verſo la ſua altezza.

Se ſi concepiſca *a p Fig.* 14. altezza del piano inclinato, come il diametro d' un circolo, e ſi prenda queſta linea per lo prodotto della caduta perpendicolare in un tempo dato, la semicirconferenza di queſto circolo paſſerà per l'eſtremità di tutte le cadute oblique *b*, *g*, *h*; queſto metodo una volta che ſia inteſo, è più ſemplice per ſapere tutto in un tratto la proporzione della caduta obliqua M L, M N ec. *Fig.* 15. con la caduta perpendicolare M P. Queſta è un'abbreviazione della regola, che abbiamo data in prima; ed ella baſta, quando ſi conoſce l'inclinazione del piano.

Di qua ſegue la propoſizione generale eſpreſſa in queſti termini: *Che un corpo impiega per diſcendere obliquamente per la corda (qual che ſieſi) d' un cerchio tanto tempo, quanto gliene biſognerebbe a cadere per lo diametro intero de queſto medeſimo cerchio poſto verticalmente.*

Ciò è dimoſtrato per le corde, che partono dal punto M *Figura* 15. da quello, che ſi è detto circa *a b*, *a g* ec. *Figura* 14. e la medeſima prova milita per O P, Q P ſimili; poichè eſſendo parallele a M L, M N ec. ſono loro eguali in lunghezza, ed inclinazione: una Eſperienza renderà queſta dimoſtrazione più facile a ben riceverſi.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La macchina, ch' è rappresentata con la *Figura* 16. è un gran circolo, il cui diametro che ha circa 3 piedi e mezzo, è terminato da due fori, che ricevono successivamente un traguardo, o regolo mobile B C, scavato in forma di grondaja, e che girando sul punto A, e sul punto B alternativamente può misurare tutte le corde del circolo. Bisogna avere due palle di rame; o di piombo, che abbian di diametro circa 6 linee, l' una delle quali si colloca in A sotto una piccola tanagliuzza con molla D, che non lascia cader la palla, se non quando si tira il filo della linguetta. Allorchè si vuol disporre l' altra palla a discendere per una corda, che tenda al punto B, ivi si colloca il centro del regolo mobile, e si mette la palla sotto una tanagliuzza simile alla prima ritenuta da un freno, che scorre, e che si ferma dove si vuole col mezzo d' una vite E. Questo medesimo freno, porta per di dietro una spezie di chiavetta, che abbraccia la circonferenza del gran circolo, e che serve a fissare il regolo a quel grado d' inclinazione, che si desidera. Quando si vuol far discendere la seconda palla per una corda vegnente dal punto A, convien ivi mettere il regolo, ed una palla nella grondaja appuntino nel centro del moto, di maniera ch' ella si scorga pel foro A. Si mette in quest' occhio un piccolo cilindro di legno, che si muove con libertà, e sopra il quale si posa l' altra

pal-

palla ritenuta dalla tanaglietta con molla; e allora la medesima pressione ferma le due palle a cagione dell' interposizione del piccolo cilindro. Un cursore, che sdrucciola sul regolo termina la grondaja nel sito, dove finisce la corda che si misura.

EFFETTI.

Essendo il regolo mobile collocato come B C, tosto che si tira il filo, che attiensi alle due linguette, le due palle cadono nel tempo stesso, e si rincontrano in B; e questo effetto non varia, quantunque la corda del circolo diventi più lunga, o più corta, per lo cambiamento d' inclinazione del regolo; parimenti, se il regolo è collocato in A, le due palle arrivano nel medesimo tempo l' una in B, l' altra in F, a qualsivoglia distanza che F sia dal punto A nella circonferenza del circolo; il che si riconosce, perchè la palla, che colpisce l' ostacolo ch' è nella grondaja, e quella, che tocca il punto B, non fanno sentire che un medesimo colpo.

SPIEGAZIONI.

Quello, che detto abbiamo di sopra, ci dispenserebbe dallo spiegare questa Esperienza, se si è sofferta la fatica di gir dietro alle dimostrazioni; ma quando uno si contenti di sapere in generale, perchè un mobile in simil caso metta tanto tempo a fare una corta strada, quanto a farne una più lunga (il che sembra un paradosso) è d' uopo avvertir bene, che un corpo grave cadendo non fa mai più di strada, che quando discende

perpendicolarmente all' Orizzonte; che al contrario non ne fa mai meno, di quando è sopra un piano quasi orizzontale; poichè, se il regolo mobile fosse disposto, come B *e*, oppure A *f*, la palla non discenderebbe niente; e che perciò le linee descritte con la sua caduta in un tempo determinato, devono essere tanto più corte, quanto sono più all' Orizzone inclinate, o quanto più (ch' è l' istessa cosa) si allontanano dalla direzion verticale.

APPLICAZIONI.

Poichè il piano inclinato è sempre più lungo, che il piano verticale ad eguale altezza, è facil vedere, che una erta, o costa soave, una scala dirizzata obliquamente, non menano ad una certa elevazione per la strada la più corta. Non ostante questi mezzi son tutto dì trascelti, e si preferiscono a quelli, che potrebbono farci guadagnar tempo. Quando trattasi, esempigrazia, di arrivare per vettura a qualche luogo molto alto, o di far ire in sù de' pesi grandi; come delle botti di vino, che si traggono fuori da una cantina, o massi di pietra, che si conducono dal battello sulla sponda ec. si fa ciò quasi sempre per piani inclinati, ch' esigono più tempo, che un' ascesa più diritta. Vi sarà dunque qualche ragione, che ci determina a perdere del tempo; imperocchè naturalmente i mezzi più pronti sono quelli, che maggiormente piacciono. E' verissimo, ella c' è: se il piano inclinato ritarda la velocità de' corpi che discendono, vi vuole meno di sforzo per fermare la loro caduta; e quando sono così so-

se,

ſtenuti, il loro peſo è ſempre più facile da vincerſi; o ſia che vogliaſi tenerli in quiete, o che ci venga in acconcio di traſportarli da giù in sù. Quando ſi ſcelgono così fatri piani per elevare de' corpi, o per rallentare la loro caduta, il tempo, che di più s'impiega, non è dunque tanto una perdira, quanto uno ſcambio della velocità in forza: la libertà di ſcegliere tra l' una, e l'altra, è d'un gran vantaggio nelle meccaniche. Noi potremmo quì eſaminate, quale proporzione vi ſia tra la velocità, che ſi perde, e la quantità di forza, che uno è diſpenſato dall' impiegare ſopra un mobile, quando egli ſi fa diſcendere, od aſcendere per un piano inclinato; ma queſta quiſtione troverà naturalmente il ſuo luogo, quando tratteremo delle macchine, che ſervono a mettere in opera il moto.

Se la velocità attuale d'un corpo che diſcende per un piano inclinato è ſempre minore, che quella del medeſimo corpo, che cadeſſe perpendicolarmente, è vero dire, che a ciaſcun punto della ſua caduta obliqua la velocità acquiſtata è eguale a quella, ch'egli averebbe, ſe foſſe caduto perpendicolarmente da una altezza ſimile: tutta la differenza che ci è, conſiſte in queſto, che li biſogna più tempo per acquiſtare queſta velocità con un moto obbliquo, che con un moto diretto all' Orizzonte.

Quando il mobile A *Fig.* 17. è in *a*, ha dunque la libertà che avrebbe, ſe foſſe caduto direttamente da A in *a*, ò da M in 1; quand'egli è in *b*, come ſe veniſſe da B per una linea che è eguale a M 2; ed al fine della caduta per A *a*, *a b*, *b* 3 la ſomma delle ſue velocità acquiſtate è eguale a quella, che egli avrebbe avuto

cadendo verticalmente per M 3; il che procede dall' essere l' altezza verticale di quest' ultima caduta eguale a quella delle tre prime, prese insieme, e dall' essere l' accelerazione per lo piano inclinato proporzionale a quella d' una caduta verticale e libera.

Ora abbiam detto, che la caduta accelerata dà al mobile una forza capace di farlo risalire tant' alto, quanto il luogo, da cui è disceso; e però che questa accelerazione segue le stesse leggi sì nella caduta obliqua, come nella caduta perpendicolare all' orizzonte, cotesta proposizione, la quale noi abbiam solamente enunziata, proverassi con far vedere mercè di esperienze, che un corpo rimonta quanto è disceso, in qualunque direzione che la sua caduta, e la sua ascesa si facciano. Ma affine di provar tutto in uno stesso tempo, bisogna premettere alcune cose intorno alla discesa de' corpi gravi per le curve.

Detto già abbiamo altrove, che una linea curva debb' essere considerata, come percorrente molti piccoli piani inclinati fra essi; e quando si applichi successivamente a tutte queste parti diversamente inclinate tutto quello, che abbiam detto d' un solo piano, la cui inclinazione fosse uniforme, riuscirà facile di veder la cagione delle variazioni, che le diverse curvature fan nascere nel moto de' corpi gravi, sì da sù in giù, come da giù in sù.

Per ben ciò intendere, supponete, che il quarto di circolo A E D *Fig.* 18. sia composto di 4 linee rette: il mobile percorrendole sarà sostenuto sopra piani tanto più inclinati, quanto più egli s' avvicinerà al termine della sua caduta D; ed

ed è evidente, dopo quanto abbiam detto di ſopra, che ſe l'effetto della quantità foſſe uniforme, egli metterebbe molto meno di tempo in percorrere la parte AB, che EC, CD; perchè queſta prima linea s'allontana molto meno che le altre dalla direzione verticale. Ma a cauſa dell' accelerazione, ſe il mobile ſi trova da C in D ſopra un piano più inclinato, egli ha pure più di velocità acquiſtate; ed eſſendo che coteſta velocità attuale del mobile nel punto C dipende dalle velocità particolari, che l' inclinazione delle altre parti gli ha permeſſo di prendere, ci ha tal curva, nella quale coteſte prime parti più approſſimantiſi alla direzion verticale rendono più pronto il principio della caduta, e più grande la totale velocità: tal è la linea FGH *Fig.* 19. che nominaſi cicloide, curva decantata in Geometria per lo gran numero, e per l' importanza delle ſue proprietà, ed in Meccanica per l' uſo che ne fece il Sig. Hughens, quando egli applicò le vibrazioni del pendulo agli oriuoli.

Un mobile non diſcende dunque così preſto per un quarto di circolo, come per una cicloide; perchè il principio della curvatura nella prima delle dette due linee più ſi ſcoſta dalla direzione verticale, che nell'altra; ed i ritardi cagionati ſul fine dall' inclinazione del piano non ſono baſtevolmente compenſati dalle velocità precedentemente acquiſtate. Con queſta ragione ſi ſpiega un effetto, che pare ancor più ſtraordinario; ed è, che la diſceſa che faſſi per la corda, la qual miſura l'arco di circolo, come HI, tuttochè più corta, è non oſtante men pronta; il che è contrario al pregiudizio, in

cui ſiamo, che la ſtrada più corta ſia ſempre quella, la quale dimanda meno di tempo: per verità queſta differenza non è grande, e non è nè men ſenſibile, quando le corde e gli archi ſono piccoli.

Tempo è adeſſo di provare, che i corpi riſalgono alla medeſima altezza, da cui ſon diſceſi, qualunque direzione che abbiano avuta cadendo, e per qualunque ſpezie di linea che ſi conducano aſcendendo.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Nel centro del gran circolo della macchina, che adoperata abbiamo nell' antecedente eſperienza, attaccaſi un pendulo fatto d' un filo di ſeta, e d' una palla di piombo, che può avere 7, o 8 linee di diametro; e ſi ferma e ſoſtiene con viti il piede della macchina in maniera che il filo del pendulo in quiete ſia parallelo alla linea AB. Biſogna avere due punteruoli di ferro, che ſi ficcano perpendicolarmente al piano del circolo, l' uno ne' punti *c*, *d* *Fig.* 20. e l' altro ne' punti *e*, *f*, *g* ſucceſſivamente.

EFFETTI.

Quando ſi laſcia cadere il pendulo liberamente dal punto *b*, s' egli non incontra oſtacoli, ſollevaſi ſino in *g*; ſe incontra un punteruolo in *c*, aſcende in *f*, e ſe il punteruolo è collocato in *d*, aſcende in *e*: giudicaſi facilmente del luogo,

dov'

dov' egli ascende, solchè si ponga in *e*, *f*, e *g* una punta di ferro, ch' egli va a toccare.

SPIEGAZIONI.

La palla del pendulo caduta da *b* in *b*, e non incontrando ostacolo, impiega la velocità, ch' ella ha acquistata per la sua accelerazione, in un arco di cerchio, che ha il medesimo centro, che il primo arco da lei già descritto; la punta di ferro, che poscia si trova nel punto *c*, oppur *d*, diventa un nuovo punto fisso, attorno del quale ella impiega quanto ha di moto; e in vece di descrivere l' arco *bg*, risale per *bf*, o *be*, secondo la lunghezza del raggio, che le resta, dopo l' incontro della punta, o piuolo di ferro; ma quantunque ella risalga per archi molto differenti, è facil vedere, ch' ella arriva sempre alla medesima altezza; imperciocchè *defg* sono nella medesima linea.

Questa esperienza proverebbe troppo, se il centro della palla si elevasse puntualmente nella linea *d g*; perchè la resistenza dell' aria, e alcuni piccoli sfregamenti inevitabili gli fan perdere un poco della sua velocità: perciò si dee por mente, che quand' ella tocca il piuolo posto nel punto *e*, *f*, ovvero *g*, vi manca tutto il suo semidiametro a far che il suo centro sia arrivato a questa altezza.

APPLICAZIONI.

Questa esperienza ci guida naturalmente a dir qualche cosa di quella spezie di moto, che *oscillazione* si appella. L'uso frequente, che di esso moto fassi negli oriuoli, e la connessione, ch' egli ha con la Fisica per li mezzi soliti adoprarsi per eseguirlo esige, che noi facciam conoscere quel che più importa di saperne; ma ristringer ci dobbiamo a quello, che può all'esperienza sottomettersi; e per ciò ch' è puramente matematico da noi rimettesi il Lettore agli scritti del Galileo, de' Signori Hughens, Mairan, ec. ed agli estratti, che ne sono stati fatti.

Chiamasi *oscillazione*, o *vibrazione di pendulo* il moto d'una palla di piombo; o di qualche altro corpo equivalente; attaccata per un filo, o per una piccola verga di metallo ad un punto fisso, attorno del quale ella descrive un arco, come nell' esperienza testè spiegata.

Distinguonsi due sorte di penduli, il semplice, ed il composto. Il pendulo semplice sarebbe quello, il cui filo di sospensione non avesse alcuna gravità, ed ove la palla non pesasse se non per un solo punto; come se, per esempio, tutta la sua gravità risiedesse nel centro. Il pendulo composto è quello, che pesa per più punti della sua lunghezza; come se, per esempio, la medesima verga di sospensione portasse due palle, l'una al di sopra dell' altra. Quando anche non ci avesse se non una palla attaccata alla medesima verga, se questa verga ha un peso considerabile, o se la palla è grande (ch' è il caso più ordinario in pra-

pratica) allora questo pendulo debb' essere considerato come composto, benchè l'uso porti di nominarlo semplice. Quello, che quì sarem per dire in prima circa la teoria del pendulo, debbe intendersi del più semplice; cioè di quello, tutto il cui peso risiede nel punto *b Figura* 20.

Quel punto di gravità, che descrive gli archi, chiamasi *centro di oscillazione*; ed il punto *a*, attorno del quale si muove, chiamasi *centro di Moto*.

Quando la palla del pendulo è condotta da *b* in *h*, e lasciasi libera, la sua gravità, che la sollecita a discendere, ed il filo, che la ritiene sempre in distanza eguale dal punto *a*, le fan descrivere l'arco *a b*; ma un corpo, che discende così per uno, o per più piani inclinati, acquista la medesima velocità, ch'egli avrebbe, se fosse disceso perpendicolarmente dall' altezza *d b* del piano; egli continua dunque il suo moto risalendo in *g*, cioè ad un'altezza eguale a quella, donde è partito. Allora avendo consumata tutta la sua velocità, non può più passar oltre; ma non può nèmeno rimanere in quiete, perchè il suo peso esige, ch'egli discenda; e però ch'egli è nell' istesso caso, in cui era nel punto *h*, egli dee ritornare da *g* in *b*, e da *b* in *h*, e così di mano in mano per le altre vibrazioni: dal che si vede, che se alcun moto s'accosta al perpetuo, niuno meglio di quello d'un pendulo; poichè se si togliesse la resistenza del mezzo, le oscillazioni sarebbono sempre eguali, avendo la palla sempre in *b* velocità sufficienti per risalire all' altezza, da cui convien ch'ella discenda per ricuperarne di simiglianti.

Ciò benissimo si prova con la macchina, che abbia-

abbiamo descritta nella *Figura* 17. della quarta Lezione, adoprando un filo tenuissimo, e una palla di piombo di 7 in 8 linee di diametro; imperocchè così facendo si riduce la resistenza dell'aria a pochissima cosa, e tutte le vibrazioni dividonsi in due archi sensibilmente eguali nel punto più basso della caduta.

Abbiamo precedentemente veduto, che un mobile, il quale discende per un arco di cerchio, fa la sua caduta un poco più presto di quello, che se cadesse per la corda di quest'arco, e più lentamente, che per una mezza-cicloide inversa; ma però che queste due curve si confondono nella lor parte inferiore D *, quantunque abbiano proprietà differenti l'una dall'altra, è manifesto, che se il pendulo farà solo piccole vibrazioni, si potrà misurare il suo moto coll'arco, ch'egli percorre. Si sa, che vi è sempre una proporzione regolata tra un arco di circolo, e la sua corda; di maniera che se l'una può essere un termine di comparazione per la misura delle vibrazioni, l'altra potrà pur divenir tale.

Ora provato abbiamo di sopra, che la caduta, che fassi per la corda (quale che siasi) d'un circolo, dura tanto, quanto la caduta perpendicolare per lo diametro intiero del medesimo circolo; vi ha dunque una ragione, o proporzione costante tra la durata d'una mezza vibrazione, e il diametro del cerchio, di cui ella è l'arco, o sia la lunghezza del pendulo, che n'è il raggio.

Il diametro *f* 3 *Fig.* 17. collocato che sia perpendicolarmente all'orizzonte, s'è di tale altezza, che un mobile lo discenda in un secondo, il

* *Figura* 19.

il medesimo mobile farà all'estremità del raggio M b delle mezze vibrazioni b 3, oppur 3 c, ciascuna delle quali durerà un secondo.

Ma se si accorcierà, o si allungherà il pendulo, il diametro del circolo, di cui egli è sempre la metà, sarà più corto, o più lungo proporzionalmente; e però ch'è mestieri di maggior tempo per discendere da una più grande altezza verticale, le vibrazioni dureranno eziandio più, o meno, secondo che il raggio, all'estremità del quale elle si faranno, sarà metà d'un diametro di circolo più, o meno grande.

Finalmente, quando il tempo d'una mezza vibrazione è una volta determinato, e si sa dalla lunghezza del pendulo, a quale altezza perpendicolare ella corrisponde, è facil sapere da quale altezza verticale caderebbe il mobile nel tempo d'una vibrazione intera; imperocchè facendosi queste due semi-vibrazioni in tempi eguali, e facendosi l'accelerazione secondo i numeri impari 1, 3, 5, ec. se la prima mezza-vibrazione ha durato un secondo, e corrisponda questo tempo ad una discesa di 15 piedi, il secondo tempo simile produrrà consecutivamente 3 volte 15, cioè 45 piedi: così la somma della discesa perpendicolare per due secondi sarà di 60 piedi.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Togliesi il regolo mobile dalla macchina, che abbiam rappresentata con la *Figura 16.* e vi si lascia il pendulo, come nell'esperienza precedente;

te; ritiensi la palla ad una piccola altezza, come nel punto G, col mezzo d'una tanagliuzza con molla, che fermasi alla circonferenza del circolo; si ritiene parimenti un' altra palla simile in A, e si aggiustano le linguelle in maniera, che tirando il medesimo filo, si facciano aprire nell' istesso tempo le due tanagliuzze. Il bastone, o braccio DH, che noi abbiam troncato nella figura, dev' essere tanto lungo, che sù vi si possano misurare tre lunghezze eguali ad AB al di sopra del punto A, per collocarvi la tanagliuzza, e la palla.

EFFETTI.

1.° Quando si fanno aprire le due tanagliuzze, la palla A, e quella del pendulo G partono nello stesso tempo, e s' incontrano in B.

2.° Se si ripete l' esperienza, aumentando di molto l' arco del pendulo s' osserva, che la palla G arriva un poco più presto, che l' altra in B.

3.° Se si trasporti la tanagliuzza, e la palla A all' estremità del bastone, in maniera ch' ella sia 4 volte più elevata, che il diametro AB; ripetendo così l' esperienza, giunge la palla A in B, quando il pendulo finisce la sua vibrazione; il che si può facilmente osservare, con far battere il pendulo contro qualche ostacolo sonoro, che si porrà un po' più basso del termine della sua vibrazione.

4.° Se si facciano oscillare due penduli della medesima lunghezza, come G, M *, e sieno i loro archi eguali, se partono nel medesimo tempo,

* *Figura 16.*

po, incontranfi fempre infieme rimpetto alla linea DB; ed al contrario fe fono di differenti lunghezze, come G, L, quand' anche partiffero infieme, il più corto precede l'altro.

SPIEGAZIONI.

Quefte efperienze, ed i mezzi che s'adoprano per efeguirle, fono fpiegate da tutto quello, che abbiamo detto di fopra intorno al pendulo; e l'applicazione n'è così agevole a fare, che ftimiamo cofa fuperflua il fermarvici maggiormente.

APPLICAZIONI.

Si sa di quale importanza fia la mifura del tempo, non folamente nella vita civile per dar ordine alle noftre azioni, e regolare i doveri della focietà; ma ancora nella maggior parte delle Scienze, particolarmente nell' Aftronomia, e nella Fifica, ove la durata degli effetti è bene fpeffo l'oggetto principale del noftro ftudio, ed il mezzo più accomodato a far efattamente conofcerne la cagione. Il pendulo, ficcome raccogliefi da ciò, che provato abbiam dianzi, è un iftrumento, che meglio di tutti quelli, che altronde ci fon noti, può mifurare parti di tempi eguali fra effe, e additarcene la quantità per mezzo del tempo, e del numero delle fue ofcillazioni. Coloro, che ne hanno fatta la fcoperta, o che l'hanno felicemente a più ufi applicata, meritano qualunque applaufo.

Appena ebbe il Galileo trovate le proprietà del pendulo, che fentì l'avvantaggio, che fe ne

potea

potea raccorre; l'uso ch' egli medesimo non fece per regolare le sue osservazioni e le sue esperienze, egli procurò tale esattezza e precisione, che in altra guisa averebbe durata molta fatica a cogliere, e lo sollevò in qualche modo dal duro travaglio che avrebbe potuto costargli questa invenzione.

Ma il pendulo, qual lo adoperava egli, non poteva misurare se non una quantità di tempo poco notabile; perchè la resistenza dell' aria diminuiva a poco a poco l' estensione delle oscillazioni, e le faceva finalmente cessare, se non si usava la diligenza di rinvigorire il moto. In oltre bisognava avvertire di contarle l' una dopo l' altra, per averne la somma; e questa soggezione rendeva in molte occasioni impraticabile questa nuova misura del tempo, di maniera che il pendulo era allora un istrumento meramente da Filosofo, di cui non si poteva approfittare il comun degli uomini, che ognor preferiscono la facilità all' esattezza, quando l' una e l' altra non vanno insieme.

L'Hughens, dopo d' aver usata una fatica da' soli Geometri intesa, fece un' applicazione del pendulo, che può in pratica giovare a tutti: lo aggiunse agli oriuoli per regolare il loro moto, e questa ingegnosa aggiunta ha avuto tanto buon esito, ed è stata sì generalmente ricevuta, che gli oriuoli da camera indi hanno preso il nome di *penduli*.

Per poter intendere, come un pendulo rende più esatto un oriuolo, convien sapere, che queste sorte di strumenti sono rinvigorite da una molla, o da un peso, che mette in moto un certo numero di ruote, col mezzo delle quali gli stili, od aghi

segna-

ſegnatori percorrono le graduazioni della moſtra: ſe queſto moto non foſſe ritenuto da un qualche moderatore, ſarebbe troppo precipitato; e lo ſtilo, che ſegna le ore, non potrebbe mai andare sì lentamente, che faceſſe due ſoli giri in 24. ore.

Ma ſe il moderatore è ſoggetto ad inegualità, o perchè egli ſteſſo le cagioni, o perchè ſi laſci dominare da quelle delle ruote, o dalla molla, che l'avviva, il moto ſarà inegualmente moderato, e lo ſtilo non miſurerà in tempi eguali parti eguali della moſtra: ci ſaran dell'ore, che parranno più lunghe, o più corte del dovere.

A queſto moderatore, ſin allora imperfetto, ſi è ſoſtituito il pendulo; ed ecco in qual modo:

Come che tutte le ruote s' infilzano reciprocamente, e non poſſono nè muoverſi, nè fermarſi l'una ſenza l'altra, ſe l'una di queſte ruote anderà regolarmente, il moto comune di tutte l'altre ſarà regolare. Una di eſſe, che ſi chiama *rocchetto*, o *ruota d' incontro*, non può girare ſe non quando un certo pezzo, che porta due alette, o coſa ſimile equivalente, levaſi per laſciar paſſare un de' ſuoi denti. Se dal paſſaggio d' un dente all' altro ſcorrano ſempre tempi eguali, e ſia eſattamente diviſa la ruota, è manifeſto, che il moto di coteſta ruota, e quello di tutte le altre, colle quali ella comunica, ſarà perfettamente uniforme. A queſto pezzo dunque, che di *ſcoſtamento*, o d' *evitazione* appellar ſi può, ſi è adattato il pendulo; acciocchè le ſue vibrazioni, la durata delle quali è ſempre eguale, rettificaſſero le piccole irregolarità, che poſſono provenire dal lavoro, e dall' azion delle ruote, o della molla.

Abbiam detto, che le oſcillazioni, che ſi fanno

per gli archi del medesimo circolo, non sono d' una persettamente egual durazione, quando cotesti archi sono più grandi gli uni, che gli altri: quantunque questa differenza sia molto piccola, e si possa trascurarla, quando trattasi di un tempo poco notabile; tuttavolta dopo un gran numero d' oscillazioni, tai picciole quantità moltiplicate farebbono una somma sensibile; e questa cagion d' errori s' è ben conosciuta dall' Ugenio, il quale previde, che col tempo le ruote d' un oriuolo si sporcherebbono, gli olj si addenserebbono, gli sfregamenti potrebbon crescere; in somma, che il moto verrebbe a rallentarsi, e che il pendulo destinato da prima a far le oscillazioni d' una certa grandezza, le farebbe in appresso più corte. Quindi fu egli mosso a rintracciare una curva d' oscillazione, nella quale fosse indifferente assolutamente, che dal pendulo si misurassero grandi, o piccioli archi. La riuscita delle sue ricerche, nelle quali pigliarono parte molti altri uomini dotti, fu così felice, come curioso era il loro oggetto, e di momento per la Geometria. Egli trovò, che la cicloide aveva la proprietà da lui cercata, e la sostituì al circolo, mettendo nel centro del moto del pendulo una porzione di questa curva, attorno della quale il filo, che sospendeva la verga, poteva avvolgersi. Ma come abbiam fatto vedere colla *Fig.* 19. il circolo, e la cicloide si confondono nella parte inferiore, le oscillazioni si fanno del pari esattamente nel circolo, se elleno hanno poca estensione; e a questo metodo si sono appigliati dipoi gli artefici d' oriuoli per evitare una certa flessibilità, che conveniva dar alla verga nella sua parte superiore per ubbidir alla porzione di cicloide,

che

che doveva determinare la natura del suo moto.

Ma se la Geometria ha somministrati de' mezzi per rendere le vibrazioni sempre eguali nella loro durata, mercè la natura, o la quantità della curva, nella quale esse si fanno; vi ha delle cause fisiche, che spesso vi apportan disordine, per le alterazioni, che ne provengono alla lunghezza del pendulo.

Essendo di mestieri, che il pendulo domini, e regga il pezzo principale, che serve allo *scansamento*, non si può sospendere la palla, o la lente, che fa le vibrazioni, con un filo tenue e flessibile; s'adopra ordinariamente una verga d'acciajo, che ha circa una mezza linea di grossezza, e tre, o quattro linee di larghezza. Queste due dimensioni, e massimamente la sua lunghezza, non sono costanti, fuorchè in una temperatura perfettamente eguale. Imperocchè dal più gran freddo al più gran caldo un pendulo diviene sensibilmente più, o meno lungo, per la dilatazione, o per la condensazione del metallo; come lo farem vedere parlando degli effetti del fuoco. Le oscillazioni per questa sola cagione saranno dunque più lente nella state, che nel verno: il medesimo orologio avanzerà, e ritarderà secondo le differenti stagioni, o gli stati differenti dell'aria, nella quale egli è.

Avendo i Fisici sospettato un simile effetto, furono rilenti a decidere sul fatto dell' osservazione di M. Richer, che noi abbiamo più sopra toccata. Molti credettero, che il ritardo del pendulo attribuito da lui alla gravità, o peso più diminuito per la forza centrifuga verso l'Equatore, dov'egli offervò tale effetto, che in Francia, provenisse dal calore del clima, che aveva

allungato il pendulo, o diminuita la denſità del mezzo; ma le ſperienze, che ſono ſtate fatte di poi con grande accuratezza da più perſone intendentiſſime, e maſſimamente dagli Accademici, che ſono andati per ordine del Re, altri ſotto il cerchio polare, altri all' Equatore, per toglier le miſure de' gradi, che debbon determinare, e certificare la figura della Terra; coteſte ſperienze, dico, fan conoſcere evidentemente, che non la temperatura del clima, ma la ſua poſizione fu, che obbligò M. Richer ad accorciare il ſuo pendulo; perchè lo ſtato dell' aria alla Cajenna non è tanto dalla temperatura di quello, che abbiamo a Parigi, diverſo, ſe riguardaſi la correzione, che convien fare al pendulo. Imperocchè, ſecondo M. de Mairan (*a*) di cui è nota la perſpicacia e l' eſattezza, il più ſemplice pendulo, che ſi poſſa eſeguire, come una palla di metallo d' un pollice di diametro, ſoſpeſa ad un filo d' ottone, debbe avere, per battere i ſecondi a Parigi, 3 piedi, 8 linee, e $\frac{17}{30}$ di linea, a contare dal centro d' oſcillazione ſino a quello del moto; e da tutte le ſperienze fatteſi in diverſi tempi, e da diverſe perſone, riſulta coſtantemente, che un tal pendulo ſarebbe troppo lungo di due linee e più per battere i ſecondi ne' climi vicini all' Equatore: differenza troppo grande, e da non potarſi attribuire alla temperatura del luogo; imperocchè la ſperienza fa vedere (*b*) che un calore eguale a quello dell' acqua bollente non allunga, ſe non d' un terzo di linea una verghetta di ferro di tre piedi, 8 linee e mezza, quale viene adoprata per il pendulo.

Per

(*a*) Mem. de l' Acad. des Scienc. 1735. p. 203.
(*b*) ibid. 1735. pag. 214.

Per dare al pendulo tutta la perfezione ch' egli merita, hanno i Fisici pensato di contrapporre a se medesima la cagione, che ne fa varia la lunghezza: la dilatazione allungando il filo fa discendere troppo giù il centro d' oscillazione; questo disordine non sarà più disordine, se qualche altro pezzo dilatato dallo stesso calore, e nel medesimo tempo, opererà per contrario verso, e con tal proporzione, che l' allungamento del filo non abbia il suo effetto; per ciò si sono inventati più mezzi, che hanno benissimo riuscito. Il Sig. Giuliano *le Roi*, che unisce alla perizia di valentissimo artefice le cognizioni fisiche, e non perde di vista cosa alcuna di ciò, che può perfezionare l' arte dell' oriuolajo, ne ha proposto ed eseguito uno, la cui riuscita è convalidata dall' esperienza di più anni. Ed in ultimo luogo M. Cassini diede all' Accademia il progetto d' un altro, che fu molto applaudito; perchè è più comodo a praticarsi, che la maggior parte di quelli, che sono fin ora noti, ed è nè più, nè meno esatto. Ma essendo che il male, ed il rimedio, di cui favelliamo, hanno la loro sorgente comune nella dilatazione più, o meno grande de' metalli, rimettiamo quello, che se ne dovrebbe dire, alla Lezione, che tratta del Fuoco, e degli effetti del calore sovra i corpi.

ARTICOLO II.

Del Moto de' Corpi cagionato dalla gravità, e da una forza attiva ed uniforme.

Cotesta forza, che noi supponiamo adoperare in un con la gravità sul medesimo mobile,

si chiama ordinariamente, *Forza projettile*: tale è lo sforzo del braccio, che gitta una pietra, o quello della polvere, che caccia una bomba.

Determinato, che sia questo movimento dal Motore, egli continuerebbe uniformemente, se la resistenza de' mezzi, gli sfregamenti ec. non ci ponessero ostacolo: benchè ciò sia inevitabile nello stato naturale, tuttavolta per ora ne prescinderemo; perchè con maggiore semplicità e facilità, darassi a conoscere quello, che seguirebbe, se questi ostacoli non ci fossero, di quello che si possa dire esattamente ciò, che di fatto segue, quando ci sono.

Quando un colpo di racchetta *Figura* 21. o qualche altra impulsione determina una palla ad alzarsi da giù in sù perpendicolarmente all' Orizzonte, ella le imprime una forza direttamente opposta alla gravità: il moto del mobile sarà dunque l' effetto della forza projettile, meno quello della gravità; cioè, che se la prima è capace di produrre un' ascesa di 60. piedi ogni secondo, postochè l' altra operi una caduta di 15 piedi in egual tempo, l' elevazion della palla si ridurrà a 45 piedi per il primo secondo. Nel secondo sseguente, avendo la gravità tre volte più d' effetto, che nel primo, cagionerà un calo di 45 piedi sopra i 60, che la palla averebbe fatti in virtù della forza projettile, che adopera uniformemente; perciò ella non si solleverà, se non 15 piedi, dopo di che cesserà di ascendere, perchè allora la gravità ha dell' avvantaggio sopra la forza projettile: questa dà sempre al mobile una velocità di 60 piedi ogni secondo; quella nel terzo tempo gli dà una velocità di 5 volte 15, cioè di 75 piedi per un verso contrario. Avvie-
ne

ne dunque in ſimil caſo quello, che noi abbiam moſtrato, che avvenirebbe ad un corpo, il quale riſaliſſe in virtù delle velocità acquiſtate con la ſua caduta accelerata *.

Dirigiamo adeſſo la forza projettile orizzontalmente, e ſupponendola ſempre uniforme, dividiamo il ſuo effetto totale F G *Figura* 22. in quattro parti eguali, che rappreſentano tanti inſtanti ſimili. Se il mobile F nel primo tempo diſcende la quantità 1 *a* in virtù del ſuo peſo, nel tempo ſeguente la medeſima cauſa operando tre volte più lo farà cadere la quantità *b c*, che aggiunta al prodotto della prima caduta darà 2 *c*; aggiungendo parimenti a queſt' ultima quantità 3 *d* l'effetto del terzo tempo *d e*, ed a queſta ſomma 3 *e* il prodotto del quarto tempo *f g*, ſi averà una ſerie, o mano di punti F *a c e g*, che formeranno una ſpecie di curva da Geometri chiamata *Parabola*.

Toltone la direzione perpendicolare all' Orizzonte, ſi fa ſempre il moto composto di queſte due forze (la *progettile*, e quella della *gravità*) ſenſibilmente in coteſta curva, che *Parabola* abbiam nominata, qualunque ſia la direzione, in cui ſi mette la forza progettile, purchè ella ſia uniforme, e la forza della gravità adoperi ſul mobile nel medeſimo tempo. La ſola differenza conſiſte nell' *ampiezza*, che è più, o meno grande, come H *g*, ovvero H *i*.

Supponendo, per eſempio, che il mobile M *Figura* 23. tenda direttamente al punto P per una forza progettile, ſe ſi torranno da queſta forza per una ſequela d' inſtanti eguali altrettante parti, ch' eſprimano gli effetti della gra-

 vità,

* I. Sezion. VI. Eſperien. Fig. 12.

vità, crescendo fra esse come il quadrato de' tempi; cioè, che dopo il secondo tempo ella abbia perduto 4 volte più che dopo il primo, nel fine del terzo 9 volte d' avvantaggio ec. l' estremità di tutte coteste lineè, ch' esprimono i ritardi causati nella forza progettile dalla gravità, darà la curva M *r q*; cioè due semi-parabole simili a quella della *Figura* 22. che si congiungono nella sommità *r*.

Prima che metter ciò in Esperienza, è opportuno d' avvertire, che non si debba aspettar effetti perfettamente conformi alla teoria. I Geometri enunzian le cose con esatto rigore, perchè basta solo, che suppongano gli elementi, ch' entrar debbono ne' loro calcoli; ma quando bisogna che la Fisica vi s' intrametta, v' è quasi sempre da battere qualche cosa, perchè si ha per lo più supposto troppo, o troppo poco: la forza progettile, e la gravità, non possono produrre insieme un moto veramente parabolico, se non quando elleno non soffrono alterazione veruna; quando, esempigrazia, la prima è sempre uniformemente uguale in tutti gl' instanti, e la seconda è sempre appuntino accelerata secondo la progressione da noi stabilita; e ciò non succede già nello stato naturale, a cagione della resistenza dell' aria, che ritarda l' una, e l' altra, e le ritarda irregolarmente.

Vi sarebbe qualche altra cosa da dire, ponendo mente che la direzione della gravità non è parallela a sè stessa; cioè, che tutte le linee perpendicolari all' Orizzonte, per l' estremità delle quali il mobile passa per descrivere la curva F *a c e g*, non sono parallele, come si suppone, poichè tendono tutte al centro della ter-

ra;

ra; ma la forza progettile, che noi siam capaci d'imprimere ad un corpo, ha sì poca estensione, che questa cagione ha solo luogo nel rigore geometrico, e non produce alcun effetto sensibile.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura* 24. rappresenta una cunetta più lunga, che larga, la quale porta sopra uno de' suoi lati grandi un piano verticale, e sopra uno de' piccoli, un grosso tubo di vetro, a basso del quale è una spezie di cocchiume, la cui chiave porta in qualunque sorta di direzione la piccola sboccatura A, che si apre girando un' altra chiavetta B; mettesi del mercurio nel tubo fino ad una altezza convenevole; e il cocchiume è forato in tal guisa, che gli sfregamenti son diminuiti più ch' è possibile.

EFFETTI.

1°. Se la sboccatura sarà verticale, allorchè si lascia fuggire il mercurio, succederà un piccolo getto nella direzione medesima verticale, il quale alzatosi un po' men alto della superficie superiore della doccia C, ricade sopra sè stesso, e si spande, come i getti d'acqua che veggonsi ne' giardini.

2°. Quando si darà alla sboccatura la direzione orizzontale AD, ed il mercurio sarà ad una altezza convenevole nel tubo, il getto si farà in faccia alla parabola AED.

3°. Quando la sboccatura sarà obliqua, come nella direzione AF, od AG, il getto descri-

verà

verà l'una, o l'altra delle parabole AIK, od ALM.

SPIEGAZIONI.

Quando il mercurio eſce per la sboccatura, vien egli ſpinto da una forza progettile, che gli provien dalla gravità di quello, ch'è nel tubo; e queſta forza può eſſere conſiderata come uniforme, ſe il gitto dura poco, e la ſuperficie C del ſerbatojo, o condotto non s'abbaſſa ſenſibilmente. Il mercurio ſi ſolleva ſin a tanto che la ſua gravità, che convien vincere, abbia conſumato intieramente la ſua forza progettile; e queſto effetto ſuccede avanti ch' egli arrivi all' altezza della ſuperficie C; perchè gli sfregamenti, e la reſiſtenza del mezzo, indeboliſcono un poco quella forza, che lo fa aſcendere.

Quando il gitto di mercurio ſcatta in una direzione orizzontale, continuerebbe nella medeſima linea, ſe ubbidiſſe ſolo alla forza, che fuori lo ſpigne; ma dacchè è uſcito, la gravità ſe ne impoſſeſſa anch'ella, e la ſua azione, che creſce, come i numeri impari 1, 3, 5, ec. fa vedere ocularmente quello, che abbiamo ſuppoſto nella *Figura* 22.

Finalmente ſi può dire la ſteſſa coſa della linea, che il mercurio deſcrive, allorchè sfugge per AF, od AG: la ſua gravità non gli permette di continuare in eſſa linea il ſuo moto; ma ne lo ſcoſta per quantità conformi alle leggi della ſua accelerazione, e la linea, ch' egli fa, è ſenſibilmente una parabola; perchè verſo il fine, quando la reſiſtenza dell' aria fa più d'oſtacolo, il getto ſpandendoſi diventa più largo, e la parte

te ſuperiore non eſce quaſi punto dalla parabola geometrica, ch'è diſegnata ſul piano.

Si può quì pur chiamare in prova le Sperienze ſopra il Moto compoſto, ove abbiam fatto entrare la gravità per una delle potenze componenti; tali ſono quelle, che rappreſentate abbiamo colle *Figure* 11. e 13. Imperocchè nell' una, e nell'altra, la curva, che col ſuo moto il mobile deſcrive, e che allora non abbiam nominata, è anch'eſſa una parabola; come veder ſi può, applicandovi le regole, che di ſopra abbiam poſte.

APPLICAZIONI

Tutta la *balliſtica*, cioè quella parte dell'artiglieria, che conſiſte in miſurare con eſattezza il gitto d'un corpo peſante, come una bomba, una palla di cannone ec. conſiſte nella combinazione, che convien fare della forza progettile, e della gravità del mobile. Si concepiſce facilmente dalla ſola inſpezione delle *Figure* 22. e 23. che regolata una volta che ſia la direzione d'una palla di cannone, o d'una bomba, l'amplitudine H *g*, o M *q* è tanto maggiore, con quanto più di velocità il mobile è ſoſpinto; imperocchè, ſe poteſſe percorrere nel primo inſtante tutta la diſtanza, che v'è tra le due parallele FH, G*g*, o MC, P*q*, la parabola paſſerebbe al punto K, e non differirebbe molto da una linea retta: così un mortajo con certa inclinazione caccia tanto più lontana la bomba, quanto più di velocità la forza progettile imprime; ma queſta forza progettile viene dall'eſploſione della polvere, ed è coſa difficiliſſima ſtimare con accuratezza il valore di

tale

tale impulsione. Ella dipende principalmente dalla qualità della polvere, e dalla quantità che s' infiamma di essa polvere; imperciocchè non è da credere, che il fuoco prenda per tutto avanti che sfugga la palla: l' Esperienza ha dimostrato, che una buona parte della polvere, onde il pezzo è caricato, è perduta per non aver preso fuoco, come il resto; quindi si vede, che una delle quantità più essenziali da conoscersi per giudicare il moto d' una bomba è soggetta a molta variazione *; e perciò quantunque si richiegga con ragione, che gli Ufiziali d' artiglieria sieno bene istruiti de' principj, si hanno più ragioni ancora per volere, che sieno ben esercitati nelle Scuole a tal fine instituite.

LEZIONE SETTIMA.

Sopra l' Idrostatica.

CHiamasi *Idrostatica* la Scienza, che ha per oggetto il peso, e l' equilibrio de' Liquori. Quantunque la gravità di questi corpi sia la stessa, che quella degli altri, e soggiaccia alle medesime leggi da noi insegnate nella Lezion precedente; lo stato nondimeno di liquidità dà luogo a' fenomeni particolari, che importa di conoscere, e che meritano d' essere separatamente trattati.

Archimede tra gli antichi Filosofi è quegli, che pare abbia fatto più progresso, che altri in questo studio: a lui ancora in oggi si dà l' onore d' aver tro-

* Mem. de l' Academ. des Scienc. 1716. p. 79.

trovata la maniera ingegnosa, onde scoperse, che una corona d' oro non era al grado, o saggio, a cui doveva essere; e fu di pesarla nell' acqua. Tra i moderni il Galileo, il Torricelli, Pascale, Cartesio, Guglielmini, e in questi ultimi tempi M. Mariotte, hanno aggiunte molte belle cognizioni alle passate; e le loro esperienze convincenti e curiose ci hanno addestrati a sapere quello, che aspettar, o temer dobbiamo dalla forza dell' acque, che operano col loro peso; e come possiam rivolgerla a nostra utilità impiegandola col mezzo delle macchine idrauliche.

I Liquori, secondo l' idea che n' abbiamo data nella nostra prima Lezione, sono materie, le molecule delle quali in estremo picciole e mobili non hanno fra esse una molto sensibile coerenza; così che ciascheduna ubbidisce liberamente al suo proprio peso: al contrario de' corpi solidi, le cui parti legate e aderescenti le une alle altre resistono più, o meno gagliardamente alla loro separazione, si muovono tutte insieme, ed esercitano in comune la lor gravità.

Non cerchiam noi quì le cagioni della liquidità, nè le diverse proprietà, convenienti a questo stato de' corpi: tali quistioni troveranno il lor luogo in progresso. Per ora s' ha a trattar solamente della maniera, onde i liquori pesano; e postochè tutto quello ch' è liquido, non è tale egualmente, giova avvertire, che ciò ch' esigono le leggi dell' Idrostatica tanto meno puntualmente s' eseguisce, quanto più i corpi s' allontanano dalla perfetta liquidità. L' acqua, e l' olio si spandono, se i loro vasi vengono a frangersi; ma l' effusione intiera dell' olio è più lenta.

I fluidi, le parti de' quali sono così sottili,

così

così mobili, come quelle de' liquori, hanno con essi le proprietà istesse; ma se sono composti di molecule grossolane, e capaci di avvinchiarsi fortemente l'une coll' altre, la lor gravità ha degli effetti un po' differenti: l' aria così puntualmente, come l' acqua, prende la forma del vase che la contiene; ma il fumo non si spande all' istessa maniera, nè con eguale prontezza nel luogo, dov' egli è.

Per formarsi della gravità de' liquori, o de' fluidi un' idea adequata, che faciliti l' intelligenza de' fenomeni, che abbiam da spiegare, è mestieri considerare le materie, che sono in questo stato, come un adunamento di piccioli corpi solidi, durissimi, indipendenti gli uni dagli altri, pesanti separatamente, ed a proporzione delle loro piccole masse. Ma una cosa sopra tutto, che non si dee mai trasandare, si è l' estrema picciolezza di coteste molecule, che non sol le rende impalpabili, ma che le toglie agli occhi più penetrativi ed acuti, quand' anche son armati de' più perfetti microscopj. Da quest' ultima qualità principalmente dipendono gli effetti più singolari dell' Idrostatica, quelli, la cui spiegazione stenta a conciliarsi con una dimostrazione rigorosa.

Comprenderemo in tre Sezioni quello, che ci occorre di dire intorno all' Idrostatica. Nella prima esamineremo, in qual modo s' esercita la gravità d' un liquore di parti omogenee, o considerate come tali; nella seconda faremo vedere, come relativamente adoperano fra loro più liquori di densità differenti; e nella terza paragoneremo i corpi solidi co' liquori, immergendoveli.

PRI-

PRIMA SEZIONE.

Della Gravità, e dell' Equilibrio de' Liquori, le parti de' quali sono omogenee.

SEcondo l'idea che fatta ci abbiamo de' liquori; quelli, che sono omogenei, composti sono di particelle, le quali sono simili, così nella figura, come nella grandezza, e nel peso; una certa quantità d'acqua, per esempio, sarà dunque un adunamento di piccoli corpi mobili, i quali averanno forze eguali per moversi dall' alto al basso: posti tai principj, si può dare per certe le Proposizioni seguenti.

PRIMA PROPOSIZIONE.

I Liquori pesano, non solamente quanto alla loro massa totale, ma ancora in sè stessi; cioè quanto alle parti, che li compongono.

La prima parte di questa Proposizione non ha bisogno d'altra prova, che della giornaliera Esperienza; quando accostando un bicchiere pieno di acqua, o di vino alla bocca, sentiamo, ch' egli pesa più, che se sarà vuoto. Che forse avvenir potrebb' egli, che una somma di piccioli corpi pesanti non avesse peso?

L'altra parte è una necessaria sequela della prima; e non pare, che più di quella abbia questa bisogno d'essere provata. Imperocchè, se la massa totale pesa, donde venir le può mai cotesto peso,

se

ſe non che dalle parti materiali, che la compongono? Nulladimeno i più de' Fiſici ſi fermano a ragionare ſopra di ciò, e a formar de' dubbj; perchè alcuni ſi ſon trovati, i quali hanno preteſo, che i liquidi non peſino *nel loro proprio elemento*. Ma per queſta eſpreſſione, volevan eglino dire, che le parti d'un liquore non peſano nella maſſa ch' elleno compongono; che non hanno gravità aſſoluta? Oppur ſolamente, ch' elleno ſono fra eſſe in equilibrio? Se queſt' ultimo è il ſenſo, ch' eſſi affiggono alla loro propoſizione, egli è lo ſteſſo, che azzuffarſi con un fantaſma, metterſi a provare, che una certa quantità d' acqua, per eſempio, è ancor peſante, quando è meſcolata con altr' acqua; ovvero ch' ella contribuiſce al peſo della maſſa, di cui è parte. Comunque ciò ſia, eccone la prova nella ſeguente Eſperienza.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura* 1. rappreſenta un' aſta di bilancia, che tiene in equilibrio in un vaſe pieno d' acqua, una piccola caraffa di vetro aſſai groſſa, vuota, e otturata.

EFFETTI.

Subito che ſi diſtura la caraffa, s' empie d' acqua e va al fondo del vaſe.

SPIEGAZIONE.

Ognuno ſa, che di due corpi attaccati alle braccia d' una bilancia, quello, che traſporta l' altro, ha

ha più di peſo: ſe la caraffa riempiendoſi d' acqua traſporta il bacino, che la ſoſteneva in equilibrio, la cagion' è, perchè queſt' acqua la rende più peſante di quel ch' ella era; e per prova, che l' aumentazione del ſuo peſo non è altro, che quello dell' acqua, ch' ella riceve, baſta rimettere l' equilibrio, aggiungendo del peſo nel bacino oppoſto: queſto peſo aggiunto ſarà eguale a quello d' una pari quantità d' acqua peſata fuori della maſſa, di cui ella è parte; il che ben fa vedere a chiunque voleſſe dubitarne, che una certa quantità di liquore ha ſempre la ſua gravità aſſoluta, e quando fa parte d' una maggior maſſa dello ſteſſo liquore, e quando ella ſi prende ſeparatamente.

APPLICAZIONI.

Innumerabili eſempj ci mettono tutto dì ſotto gli occhi degli effetti ſimili a quello, che veduto abbiam poc' anzi nel precedente eſempio. In quella guiſa che una caraffa diventa più peſante per l' acqua, che la riempie, quando vien diſturata; così una ſecchia che galleggia, od una barca, affondano, e ſi perdono, quando ſi fa in eſſe qualche ſcrepolo, per cui ammetton l' acqua. La materia, che compone queſte ſorte di vaſi, è d' ordinario più peſante che il fluido, che li ſoſtiene: che s' egli può introdurviſi, e riempire le loro capacità, il tutto inſieme fa una maſſa, il peſo della quale eccede quello d' un egual volume d' acqua; e per queſta ragione il vaſe cade al fondo.

I corpi poroſi, o ſpongioſi, che ſi laſciano per qualche tempo eſpoſti all' aria umida; come i le-

gni, le pietre tenere, la terra ſteſſa, non ricevono forſe maggior peſo? Ed all' incontro non perdon eglino all' aria più aſciutta una parte del loro peſo, con perdere della loro umidità? Coloro, che vendono a peſo merci ſuſcettibili del ſecco, e dell' umido; come ſarebbe il tabacco, l'indigo, il zucchero ec. procurano di tenerle in luoghi freſchi per impedire, o per riparare un' evaporazione, che lor cauſerebbe un decadimento reale.

L' uſo ha già prevalſo di conſervare nell' acqua i legni, che ſi deſtinano alla coſtruzione de' vaſcelli. Quando ſi ſono gittati nel ricettacolo d' acque, veggonſi a prima giunta galleggiare; ma a poco a poco affondano, e reſtano aſcoſi ſotto la ſuperficie dell' acqua: il perchè coteſto liquido col tempo li penetra, o ſia ch' egli riempia de' vacui, o che prenda il luogo d' altre materie più leggiere, che cedono al ſuo sforzo; ed allora il pezzo compoſto di legno e d' acqua, pareggia o ſupera eziandio nel peſo il liquido, che lo attornia; imperocchè è un fatto coſtante, che le parti proprie del legno il più leggiero peſano più che l' acqua. Il ſughero ſteſſo non galleggia più, quando eſſendo ſtato macerato per lungo tempo le ſue parti ſi diſuniſcono, e non compongono più, come all' ordinario, un volume, dove ci è molto più di vuoto, che di ſolido.

L' acqua, che penetra i corpi, aggiugne dunque al loro peſo in qualità di liquore peſante, non ſolo quando coteſti corpi ſono fuori di eſſo, ma anche allora che vi ſono intieramente tuffati; e ciò perchè le parti de' liquidi, come quelle degli altri corpi, ſono piccole porzioni di materia, ed ogni materia è peſante.

II. PRO-

II. PROPOSIZIONE.

Le parti d' un medesimo liquore esercitano la loro gravità indipendentemente le une dall' altre.

Questa proprietà a lor proviene dal non avere coerenza sensibile, dal poter separarsi quasi senza sforzo; tutto all' opposto de' corpi solidi, le parti de' quali sono legate, aderenti, e difficili a disunire. Se si vuole portar via una pietra, od un pezzo di legno, per qualunque parte ch' egli s' afferri, si sostiene tutta la sua massa; e però è cosa naturale, che se ne senta anche tutto il peso: ma se si metta l' estremità d' un dito sotto il fondo d' un vase forato, e pieno di liquore per fermarne lo spargimento, basta vincere il peso della colonna, che corrisponde perpendicolarmente al foro; imperocchè qual uopo ci ha, che si portino anche l' altre, se quella cader può senza trascinarle dietro seco? L' esperienza renderà ciò evidente.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Nel fondo d' un gran vase cilindrico di vetro, rappresentato nella *Figura* 2. si è fatto un buco, ed un cerchietto, o fascia rotonda e cilindrica, d' un pollice di diametro, che si ottura con un pezzo di sughero ben ritondato ed unto, affinchè possa cedere ad una mediocre pressione: il canale incominciato dal cerchietto è continuato nel vase per via d' un tubo di vetro A dell'

istesso diametro, che si può levar via, quando è mestieri; e tutto si regge sopra un treppiede, al disotto del quale v'è una conca, o un bacino per ricever l'acqua, che scorre.

EFFETTI.

Dopo d'aver bellamente e adagio versato dell'acqua nel tubo A, osservasi a quale altezza ella sia, quando il suo peso caccia fuori il turacciolo B; si leva il tubo, si rimette il turacciolo, come era prima, e se si riempie il vaso fin a tanto che il turacciolo esca dal suo luogo, osserverassi, che l'acqua è precisamente alla medesima altezza, ch'ella era precedentemente nel tubo.

SPIEGAZIONI.

Non si può negare, che il turacciolo B non sia fuora spinto dal suo luogo per lo peso dell'acqua. Egli resiste nè più nè meno, quando s'empie il gran vaso, che quando si carica d'acqua solo il tubo, purchè ciò sia alla medesima altezza: è dunque evidente, che questo tubo niente altera della pressione del fluido, e che la colonna, che pesa sul turacciolo, opera all'istessa maniera, e quando si separa dal resto mediante un involucro solido, e quando ella ha comunicazione colla massa totale. Tuttavolta non dissimuliamo, che lo sfregamento cagiona qualche picciola differenza; perchè la detta resistenza è maggiore, quando la colonna d'acqua si muove in un tubo di superfizie solida, che quando è contenuta sol da una massa d'acqua, le cui parti sono scorrenti.

Per

Per pigliare un' idea giusta di queste sorte di scorrimenti, e per concepire con agevolezza perchè i fluidi esercitino la loro gravità altramente che i solidi, convien rappresentarsi, come si vede dalla *Fig. 3.* tutta la massa d' acqua contenuta nel nostro gran vase divisa in più colonne, 1, 2, 3, 4, 5, ciascuna delle quali è composta d' un egual numero di parti. Se il fondo del vaso, che serve di base e di sostegno a tutte queste colonne, viene ad aprirsi in *a*, la parte inferiore della colonna 3 non essendo più sostenuta, dee cadere per l' apertura, e dopo essa tutte le altre, che sono sopra poste. Questa colonna intiera scorrerà dunque dall' alto al basso tra la seconda, e la quarta, che sono sostenute ne' punti *b*, e *c*, e tutte le cui parti mobili sopra il loro proprio centro diventano tanti rotoletti, che facilitano la sua discesa. Se la seconda e la prima colonna da una parte, la quarta e la quinta dall' altra, fossero composte di parti legate e coerenti, sussisterebbono in tutta la loro lunghezza, e con la caduta della terza farebbesi un vacuo tra esse. Ma però che queste particelle sono estremamente piccole, estremamente mobili, l' une sopra l' altre, dacchè la sommità della terza colonna vien a calar giù, e cessano quelle d' essere sostenute in quel sito, scrollano a proporzione dello scorrimento; ed in questa guisa la superfizie della massa totale s' abbassa tutta insieme, benchè una sola delle colonne dia materia allo scorrimento con la sua caduta.

Quando le parti hanno una coesione sensibile, come quelle de' liquori grassi, o vischiosi, o quando la massa del fluido, che scorre, ha molta larghezza rispetto alla sua altezza, benissimo si scorge

il vacuo, che lascia sopra di sè la colonna, che giù scorre; la superficie, in vece d' esser piana come al consueto, è più cava nel mezzo, perchè le parti vicine non arrivano con bastevole celerità per occupare il luogo di quelle, che una gravità diretta giù protrude.

APPLICAZIONI.

Vedesi dalla spiegazione che abbiamo data, quanto la fluidità de' corpi rechi di cambiamento negli effetti della lor gravità. Se si tirasse con un filo, o si spignesse da sù in giù il turacciolo B *Fig.* 2. non si averebbe da sollevare se non il peso della colonna, di cui egli è la base; perchè questa porzione d'acqua essendo indipendente dal resto, può muoversi liberamente nella massa. Ma se questa massa venisse a convertirsi in ghiaccio; per la sola ragione di non essere più liquida, e d' essere le sue parti legate e coerenti, la mano, che sosterrebbe la colonna che corrisponde al turacciolo, nel momento della congelazione averebbe da portare tutto quello che è contenuto nel vase.

La brina, la neve, e tutte le congelazioni acquose, che s' attaccano agli alberi, ed alle piante, li scrollano, e li premono molto più, che l' acqua che li bagna; perchè i rami han da portare non solamente le parti umide, onde sonio attorniati, e le quali sono alla loro corteccia attaccate; ma quelle ancora, che il gelo attacca a queste, e che pel loro proprio peso cadrebbono lateralmente, se fossero fluide.

Quelli, che hanno avuta occasione di visitare le caverne, e le grotte naturali, che s' incontrano

no in differenti paesi, hanno potuto spesse fiate osservare certe concrezioni pietrose che si formano a goccia a goccia, e che pendono dalle volte, appresso a poco come i pezzi di ghiaccio, che un digelamento imperfetto fa nascere nell' orlo de' tetti, e di tutti i luoghi, ove si è fatta qualche un po' lenta liquefazione della neve, o del ghiaccio. Coteste sorte di pietre, che si chiamano *stalactiti*, sono originariamente liquide, come l' acqua che ne trasporta le parti: la prima goccia, che resta sospesa alla volta, ha sol l' aderenza, di cui le fa mestieri per sostenere il suo proprio peso; ma a misura che la sua umidità svapora, ella diventa solida e capace di portarne dell' altre, alle quali la stessa cosa succede; di maniera che una massa considerabile resta sospesa ad onta del suo peso, per la sola ragione ch' ella è solida, e che una parte s' attiene alla volta.

Questa operazione della Natura è assai da presso imitata dagli artefici, che fabbricano le candele. Le miccie, o cordicelle sono infilate parallelamente sopra alcune bacchette, e s' immergono replicatamente in certi casettini, che contengono il sevo liquefatto; oppur si fa dall' alto scorrere la cera calda calda lungo la miccia: questo ultimo metodo particolarmente si pratica per li ceri, che devono essere più grossi abbasso; imperocchè ben si capisce, che la materia raffreddandosi scorre men presto verso il fine della sua caduta; e si fa diligenza parimenti di non metterla in opera troppo calda, affinchè ne resti davvantaggio a cadauna immersione, o per cadauna volta ch' ella si versa.

Non lasciamo questo articolo senza osservare un

fatto, che trova ancora la sua spiegazione nella nostra seconda proposizione. I liquori non toccano alla maniera de' solidi: il loro urto, o la loro percossa, date eguali quantità di materia, non si fa sentire all'istesso modo; per dirla in breve, temesi la caduta d' un pezzo di ghiaccio del peso d'una lira, e non si teme punto d'essere percosso da una pari quantità d' acqua.

Indipendentemente dalla divisione, che accade a' liquori nel cader per mezzi resistenti, e dal considerabile ritardo cagionato nella velocità della lor caduta dall' aumento della lor superficie per tal divisione; indipendentemente, dissi, da questa ragione, i corpi in questo stato s' applicano ad una più grande superficie, e dividono il loro sforzo totale in una infinità di piccole impressioni poco sensibili. Supponiamo, per esempio, che presentisi la man piatta alla caduta d' una lira d' acqua, che abbia una figura sferica, concepir si può questa palla fluida, come un adunamento di piccole colonne parallele fra esse; ed alla direzione della loro caduta comune la più lunga di tutte, a cagione della sfericità della massa, porterà il suo sforzo solo al mezzo della mano, e le altre per la stessa ragione giungeranno un po' più tardi, e percuoteranno le parti vicine, ciascuna in ragione della sua massa particolare: così tutto il colpo sarà ripartito a tutta la larghezza della mano, che lo riceve. Ma se questa palla sarà di ghiaccio, la cosa andrà diversamente; la mano non sarà percossa fuorchè in un picciolissimo spazio, che riceverà lo sforzo, non solamente della colonna che gli corrisponde, ma ancor di tutte l'altre, che a questa sono unite, e che esercitano in comun con essa la lor gravità.

tà. Quindi viene, che un corpo angoloſo, o acuto, fa più male cadendo, che un altro, il quale ſia piatto, perchè il ſuo sforzo è unito e raccolto ſopra un più piccolo ſito; e per la ragion del contrario meno ſi riſchia venendo colpito, quando ſi tiene la mano cava per ricevere una palla, che quando la mano medeſima ſi diſtende.

III. PROPOSIZIONE.

I liquori eſercitano la loro gravità per ogni verſo.

Vale a dire, che non ſolamente peſano dall' insù all'ingiù; come tutti gli altri corpi; ma premono eziandio lateralmente tutti gli oſtacoli, onde ſon ritenuti; e tendono ad elevarſi da giù in sù, quando comunicano con quantità più alte, e perciò più peſanti di eſſi.

Facilmente ſi capiſce, come i liquidi peſino dall'insù all'ingiù, poichè ſono compoſti di parti che partecipano della gravità, che è comune a tutti i corpi. Ma non è del pari facile comprendere la loro preſſione laterale. Tuttavolta ſe ſi pon mente, che le loro molecule ſono nel vaſe che le contiene, come un adunamento di globuletti, ſi può ben immaginare, ch'elleno non ſono tutte ſchierate regolarmente le une ſopra le altre, come nella *Figura* 3. ma che per lo più, una colonna eſercita la ſua preſſione tra altre due, e tende a diſcoſtarle, come veder ſi può nella *Figura* 4. ove la preſſione perpendicolare, che ſi fa di rincontro al punto *d*, è traſportata dalle colonne laterali verſo i lati *e*, *f* del vaſe. Alla ſteſſa maniera, quando la colonna *d*, *f* opera contro le due parti *g*, *h*, la prima fa una

reſi-

resistenza sufficiente a causa delle pareti del vaso, che la reggono; ma la parte *h* soffre uno sforzo, che la solleva da giù in sù, e che averà il suo effetto, quando una colonna eguale ad *i k*, o non so chè d' equivalente non pesi di sopra per contenerla.

Questa pressione, che si comunica così alla parte *h*, e che tende a sollevarla, ha dato motivo di dire, che *i liquori pesano di giù in sù*; ma s' abuseremmo di questa espressione, e piglieremmo un' idea falsissima della gravità de' liquidi, se pretendessimo in fatti, ch' eglino hanno in sè stessi una tendenza a sollevarsi: una colonna di liquore è portata da giù in sù per la pressione d' un' altra, che fassi dall' insù all' ingiù con del vantaggio, come una lira di piombo nel braccio d' una bilancia, fin a tanto che tutte e due sieno egualmente elevate al di sopra dell' Orizzonte. Veniamo adesso alla prova della nostra proposizione.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un gran vase pieno d' acqua colorata *Fig.* 5. s' immergono successivamente tre tubi di 6 in 7 linee di diametro, aperti dai due estremi, ma la sommità de' quali tiensi otturata col dito pollice nel tempo dell' immersione.

EFFETTI.

Quando ciascuno di questi tubi è immerso, e si distura nella cima, levando via il dito, l' acqua

qua si solleva dentro alla medesima altezza, in cui ell' è nel vaso grande, qualunque figura, che abbia il tubo.

SPIEGAZIONI.

Il tubo, che s' immerge perpendicolarmente nel vase, contiene una colonna d' aria, che riempie la sua capacità, e che uscir non ne può finchè si tiene otturato nella cima; imperocchè essendo questo fluido più leggiero, che l' acqua, non può più uscire per abbasso, dacchè l' estremità del tubo è immersa. Ma subito che è levato il dito dall' orificio superiore, e che l' aria cessando di reggersi appoggiata a questa parte non fa più un ostacolo invincibile all' acqua, l' acqua vi è portata dal peso di quella, che resta nel gran vase, nella maniera che segue:

Quando il tubo C è immerso, l' acqua per la sua gravità naturale cade da D in E, e scorre da E in F, perchè ella è composta di parti mobili e rotolanti, e cotesta parte del tubo forma un piano inclinato. L' effetto quì si fermerebbe, se vi fosse in E un ostacolo invincibile, o se ciò che è contenuto nella sinuosità E F, non vi si potesse muovere facilmente. Ma è un fluido premuto dalla colonna G D, che corrisponde perpendicolarmente all' orificio del tubo, e che è continuata fino in E; l' acqua dunque s' innalza nel ramo C F, non perchè abbia una tendenza reale dall' ingiù all' insù, ma perchè ubbidisce al peso d' una colonna G E, che pesa dall' insù all' ingiù; ed ella continua a sollevarsi fino in *c*; vale a dire a quell' altezza, dove trovasi in equilibrio con G E, che la spinge.

In

In qualunque luogo del vase, che s' immerga il tubo H, il suo orifizio inferiore sempre, da qualunque lato che si presenti, riceve un volume d' acqua premuto lateralmente dalla colonna perpendicolare, alla quale corrisponde, e che porterebbe il suo sforzo contra la parete del vaso, come vedesi in *e*, ed in *f* *Fig.* 4. così l' acqua essendo spinta nell' orifizio I con una pressione eguale al peso della colonna IK, sollevasi alla medesima altezza nel tubo, e nella stessa maniera, che nel precedente.

Finalmente se il tubo non è ritorto, e si presenta, come LM, nel momento ch' egli è disturato nella sommità, l'acqua, che presentasi al suo orifizio M, è nel caso del globulo *h* *Fig.* 4. appoggiata sù la colonna perpendicolare MK, dalle colonne laterali *l o*, *l o*, che hanno il loro punto d' appoggio contro le pareti del vaso, e premuta dal peso delle colonne vicine *n o*, *n o*; ell' è dunque sforzata di sfuggire per lo tubo, dove trova meno di resistenza, fin a tanto che il proprio suo peso crescendo colla sua altezza sia finalmente eguale a quello, che la sforza.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

P Q *Figura* 2. sono due anelli, o cerchietti della stessa larghezza, che quello ch' è in B, ed atti a ricevere lo stesso turacciolo; ma quando egli è posto in uno de' tre anelli, bisogna, che gli altri due sieno fortemente serrati.

EF-

EFFETTI.

A qualunque de' cerchietti, o anelli, che posto sia il turacciolo mobile, egli sempre cede allo sforzo dell'acqua, che si versa nel vase, allorchè è giunta ad una medesima altezza.

SPIEGAZIONI.

Questa Esperienza prova la stessa cosa, e si spiega nella stessa maniera, che la precedente. Lo sforzo, che l'acqua fa perpendicolarmente, pesando sul fondo del vase, come far potrebbe ogni altro corpo, si distribuisce contra le pareti medesime, e per tutti i versi, a cagione della mobilità, della figura, e della picciolezza delle parti; ma però che questo sforzo viene dalla gravità, e la direzione naturale di questa potenza è perpendicolare al fondo del vase, il turacciolo non cede se non quando il liquore ha una certa altezza, e la medesima quantità d'acqua non basterebbe, se il vase, essendo più largo tenesse la superficie del fluido meno elevata.

APPLICAZIONI.

S' incontrano ad ogni momento prove della pression laterale de' fluidi: una pentola, una bottiglia inclinata, una botte, che si distura, o s' inchina per vuotarla, non si vuoterebbono mai, se il liquore non premesse questi vasi, se non dall' alto al basso nella maniera de' corpi solidi: un naviglio trapassato da una cannonata fa danno per fianco, e rischia di perdersi, se non vi si mette

te

te rimedio, come se il male fosse nel fondo della carena; e l'acqua vi entra con tanto più di prestezza, quanto il mare ha maggior altezza sopra del buco.

Quando si fabbricano argini, o dighe, de' ricetti d'acque, ed altre opere idrauliche, si ha gran cura di proporzionarle agli sforzi dell'acqua. Si son vedute talvolta delle provincie sommerse, e parecchi altri accidenti funesti, perchè non si avevano opposte resistenze bastevoli alla pression laterale dell'acque.

Tali precauzioni vogliensi avere eziandio ne' lavori, ne' quali le materie sono alcunchè fluide, sì per la picciolezza delle loro parti, sì per il loro poco collegamento. Se, per esempio, si alza una diga con della terra, o con della ghiaja, ella vedesi scrollare ben presto, se a' suoi lati non si dà un pendìo sufficiente, che chiamasi *scarpa*; ed i muri, che circondano levate di terra, non resistono all'urtamento, se non hanno una solidità proporzionata all'altezza, e dalla natura delle terre.

Scavare un pozzo è formar nella terra un canale perpendicolare all'Orizzonte. Un simil canale è nel caso del tubo LM: se in vicinanza vi saran dell'acque, la superficie delle quali sia più elevata, che il fondo del pozzo, elleno debbono riempirlo sin a tanto che ne contenga quanto basti per far con esse equilibrio. Accade bene spesso, che si scava assai profondamente, avanti che trovar una terra atta nata a lasciar passar l'acqua; è la stessa cosa, come se si affondasse molto il tubo, senza levare il dito, ch' l'ottura nella sommità: se allor si distura, le colonne laterali, essendo molto lunghe e molto pesanti,

ti, ſpingon l'acqua nel tubo con precipizio; ſimilmente è ſpeſſo avvenuto, che alcuni lavoratori ſono ſtati all'improvviſo colti da una ſtrana còpia d'acque nel fondo d'un pozzo nuovo, perchè la natura del terreno aveva fatto, che cercaſſero troppo addentro un paſſaggio alla ſorgente; e queſto paſſaggio tutt' in un tratto s'era trovato aperto e libero di troppo.

Dal poter un liquore eſſere ſollevato di giù in sù per lo peſo delle colonne vicine, ne ſiegue, che ſi può indifferentemente riempire un vaſo pel fondo, s'è perforato, immergendolo perpendicolarmente, ovvero per la ſua bocca inclinandolo; e poter ſciegliere l'una, o l'altra maniera è d'un vantaggio notabile in parecchie occaſioni: io ne riferirò ſol una.

Per attigner l'acqua de' pozzi aſſai profondi, talor ci ſerviamo di due ſecchie attaccate ai due capi d'una medeſima corda, che abbraccia un tamburro, il qual ſi fa girare, in maniera che l'una diſcende, mentre l'altra vien sù: queſta, a mio credere, è la miglior macchina nota, che ſi poſſa adoprare in caſo ſimigliante; cioè quando una gran profondità rende malagevoliſſima l'applicazione delle trombe; ma però che queſte ſecchie ſono d'ordinario molto grandi, egli è miſtieri ſovente farle piuttoſto lunghe, che larghe per accomodarſi al diametro del pozzo: ſuolſi tenere il metodo di riempirle pel fondo, e a tal effetto ſon eſſe corredate d'una, o più animelle, che laſcian entrar l'acqua, e che non le permettono di ricadere.

IV. PROPOSIZIONE.

Tutte le parti d' un medesimo liquore sono in equilibrio tra esse, così in un vaso solo, come in molti, che insieme comunicano.

Per torre ogni equivoco, intendo quì per la parola di *parti*, volumi eguali, e simili in tutto; imperocchè mutandosi le molecule secondo il grado di liquidità, avvenir potrebbon de' casi, ne' quali la densità non fosse uniforme in tutta la massa; e allora dovrebbesi considerare il liquore, come più liquori mescolati insieme.

Supponendo dunque tutte le parti perfettamente simili, come si ha ben ragion di credere che sieno, ne' più de' liquori dico che fra esse vi ha equilibrio, ovvero, che si muovono finchè sieno pervenute a questo stato, perchè hanno forze eguali; imperocchè la forza d' un corpo, che tende a cadere, non è altro, che questa stessa tendenza, e la sua quantità di materia. Ora la tendenza a cadere è eguale in tutti i corpi, come provato abbiamo nella passata Lezione; ed in tutte le parti d' un liquore omogeneo, la massa secondo la nostra supposizione è la stessa; quindi gli strati superiori non possono smuovere quelli di sotto, perchè questi fanno tanta forza per rimaner dove sono, quanta farne possono i primi per ismuoverli.

Chi dice equilibrio, dice quiete; tuttavolta io non pretendo escluder quì altro moto, se non che quello, che provenisse dal peso più grande da una parte, che da un' altra. Molti Fisici vogliono, che le parti de' liquidi si muovano di continuo:

tinuo; se per questo moto intendono quello, che il calore mantiene in tutti i corpi, non si può contrastarglielo; e noi farem vedere altrove, che questo moto è compatibile con l'equilibrio, di cui quì favelliamo: ma se vuolsi, che cotal moto sia una qualità affetta a' liquori in quanto liquori, confesso di non conoscere alcun fenomeno, che m'obblighi a ricevere questa supposizione; e penso, che non si debba senza buone ragioni supporre un moto attuale, dove bastar può una mobilità di parti certissima. Passiamo alle prove della nostra Proposizione.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un sifone rivoltato, qual rappresentasi dalla *Fig.* 6. si versi dell'acqua colorata, del vino, o del mercurio, ec. e pongasi il piede della tavoletta, sù cui regge il sifone, sopra d'un piano affatto orizzontale.

EFFETTI.

Il liquore s'innalza egualmente nei due rami nel medesimo tempo.

SPIEGAZIONE.

Essendo la parte inferiore del sifone piena, se sollevasi nell'un de' due rami una colonna di liquore, come A B, il di lei peso adopera sopra la parte B C, che è mobile, la sollecita a montare nell' altro ramo, e questo sforzo è vinto

 dal

dal peso d'una colonna simile CD; laonde, poichè CD, e AB, che sono della stessa lunghezza, si sostengono scambievolmente, si può conchiudere, che le parti simili d'un medesimo liquore sono in equilibrio.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Il canale EF *Fig.* 7. per mezzo d'una chiavetta apre comunicazione tra il vaso grande GH, ed il tubo ascendente EI. Questo tubo è accomodato in E, di maniera che lo si può levare, e rimettere in luogo suo un altro tubo K, che monta obbliquamente; ovvero L, che ha molte sinuosità; e s'empie il vaso grande sino in GH con un liquor colorato.

EFFETTI.

Voltata, che si è la chiavetta per aprire la comunicazione tra il vaso grande GH, ed il tubo ascendente EI, il liquore monta sino in I; e questo effetto è sempre l'istesso, o che il tubo sia dritto e perpendicolare, o sia obliquo, o tortuoso.

SPIEEGAZIONE.

Quando si paragonano de' liquori relativamente al loro peso in vasi, che comunicano, non si dee già fare la comparazione tra le quantità contenute in un vaso, e quelle contenute nell'altro; ma bensì deonsi comparar le colonne, che si toccano

cano per le loro basi nel foro di comunicazione. Nella nostra Sperienza, e.g. il foro della chiavetta è quello, che misura la base di queste colonne; essendo però questo foro comune ad ambedue, per molta che sia la quantità di liquori contenuta nel vaso grande, non vi è mai se non un filetto capace di passare per cotesto foro, che ivi eserciti la sua pressione; il resto portasi e regge sul fondo, e sù le pareti del vase medesimo: non è dunque maraviglia, che una picciola colonna d' acqua contrappesi o pareggi una cotal pressione nel tubo, e non vi s' innalzi più di quel che alta sia la superfizie G H *Fig. 7.*

Se il tubo ascendente è inclinato in una maniera, come K, o in molte, come L, sarà d' uopo di una maggior quantità di liquore per far equilibrio alla pressione, che viene dal vaso grande; perchè tutti i corpi, che pesano per piani inclinati, perdono una parte del loro peso, ed il sottil filo di liquore, che pesa in E, è capace di portarne un simile all' altezza E I, qualunque strada che tenga.

APPLICAZIONI.

Quando l' acqua d' un fiume, d' uno stagno, d' un lago, ec. penetra col suo proprio peso nella terra, se i canali, ch' ella vi trova, o che ella si fa col tempo, prendono una forma simile alla *Fig. 6.* qualunque distanza, che vi sia tra A D, qualunque disposizione ch' abbia il terreno tra B C, l' acqua rimonta così alto, come il luogo, dal quale è discesa. Non si dee dunque riputare per un fenomeno inesplicabile una sorgente, la qual fa nascere, o mantiene un pozzo

d' acqua confiderabile fopra una montagna elevatiffima; perchè coteft' acqua viene da qualche ancor più alto luogo; e fe alla diftanza di 30, o 40 leghe, luoghi tali non foffer noti, non è per quefto da rigettarfi l' addotta ragione.

Se vuolfi condurre l' acqua per forza del fuo proprio pefo, non occorre, ficcome è chiaro, lufingarfi di venirne a capo, fe il luogo, dov' ella è, trovafi più baffo di quello, a cui fi deftina ch' ella vada; e neppur bafterebbe, che i due luoghi foffero in livello, perchè è d' uopo di un po' di pendìo per vincere la refiftenza degli sfregamenti. Perciò in tutti gli acquedotti, ne' tubi differenti, ne' canali, ove fi vuol, che fiavi fcolo, fi fuol dare ordinariamente mezza linea d' inclinazione ogni pertica.

Non fi dee tampoco difperare di condur l' acqua dove fi vuole, quantunque debbafi farla paffare per luoghi molto più baffi di quello, a cui fi deftina ch' ella vada; purchè quefto luogo non fia tanto elevato, quant' è la forgente, dond' ella fi fpicca. L' acqua, che fi diftribuifce ne' giardini, nelle cafe di Parigi, e che fi fa afcendere fino a gli appartamenti per l' ufo delle guardarobe, viene per via di cannoni fepolti fotto il pavimento delle ftrade; ma queft' acqua, che portano, arriva da qualche edifizio pubblico, dalle raccolte d' acqua del Ponte di Noftra Signora, della Samaritana ec. i quali luoghi fono più alti di quelli, ai quali vien derivata, o per sè fteffi, o per la difpofizione del terreno.

Ognun fa, che la fuperfizie de' liquori è un piano orizzontale, qualunque fia la forma, che poffa avere il vafe, che li contiene. Queft' è una necef-

faria

saria conseguenza dell'equilibrio delle loro parti; imperocchè, se le colonne GM, OP, HN *Fig.* 7. esercitano l'una contro l'altra pressioni eguali all'altezza MN, ove incontrano le pareti del vase, essendo d'una medesima materia, convien che abbiano, di là prendendo il filo, volumi eguali, e per conseguenza, che le loro estremità superiori si trovino nella medesima linea GH.

Ma questo piano, che rappresenta la superfizie de' liquori, è tale solamente in riguardo a' nostri sensi. Imperocchè, quando la superficie dell' acqua ha molta estesa, per lo stesso principio egli provasi, ch'ella è convessa; e l'Esperienza s'accorda perfettamente con la teoria.

Qualunque persona, che sia stata in qualche Porto, o che abbia viaggiato sul mare, avrà dovuto osservare, che si scorgono gli alberi d'un vascello, che approda, innanzi che si possa vedere il corpo del bastimento; siccome anco, approssimandosi noi ad una Città scuopriamo i campanili, ed i tetti, prima di vedere il basso ricinto delle case. La ragion'è, perchè noi non possiam vedere, se non in linea retta, e la convessità del mare interrompe il raggio visuale, che viene dal corpo del vascello all'occhio dello Spettatore, ad una distanza, in cui il raggio, che viene dall'albero, è libero, come appare dalla *Fig.* 8.

Ed in fatti, se le colonne d'acqua, che compongono il mare, in virtù della loro gravità eguale debbono avere le loro estremità superiori *a*, *b*, *c* egualmente distanti dal centro della terra *d*, che è il centro comune di tutti i corpi gravi, non possono elleno schierarsi in un piano rappresentato dalla linea *ef*; bisogna ne-

ceſſariamente, che compongano una ſuperfizie convessa, che abbia il ſuo centro in detta *Figura 9.*

Finalmente da queſto equilibrio delle parti d' un medeſimo liquore ſegue, che di molti ricettacoli d'acque, i quali comunicano inſieme, baſta vederne uno, per giudicare a quale altezza ſia il liquore degli altri. Imperocchè, quando mi veniſſe celato uno de' due rami del ſifone della *Figura 6.*, o il vaſe grande della *Figura 7.* in conſeguenza del poſto principio il liquore elevato in A, ovvero in I reſpettivamente, m' inſegnerebbe infallibilmente, ch' egli ſi ſta ad un' altezza ſimile dall' altra parte. Saprò dunque quanto reſti di vino in una botte, ſol che io poſſa unire al foro di comunicazione un tubo aſcendente, come E I *Figura 7.*

Non ſolamente ſi può in queſta maniera conoſcere, a quale altezza ſia un liquore ne' vaſi opachi, o inacceſſibili; ma ſi può della ſteſſa valerſi eziandio per empirli. Imperocchè, ſe ſi verſerà del liquore nel tubo I, non vi ſi potrà ſoſtenere, ſe non per lo contrappeſo d' una colonna ſimile nel vaſe grande G H. Ma queſta colonna non può ivi elevarſi e ſoſtenerſi bella e ſola: ſecondo ch' ella comincierà, andrà ſcrollando per il ſuo proprio peſo, e per la fluidità delle ſue parti, e non giungerà all' altezza O, ſe non in quanto empieraſſi il vaſe per ſoſtenerla lateralmente.

V. PROPOSIZIONE.

I liquori eſercitano la loro preſſione tanto perpendicolare, quanto laterale, non in ragione della loro quantità; ma in ragione della loro altezza al

al di sopra del piano orizzontale, e delle larghezza della base, che s' oppone alla loro discesa.

Cioè, che conservandosi l' altezza istessa, ed il fondo istesso del vase, si potrà indifferetemente mutarne la forma, e la capacità; di maniera che una certa quantità d' acqua, per esempio, potrà fare uno sforzo 200, ovver 300 volte più, o men grande, secondo la maniera, ond' ella sarà impiegara: proposizion paradossa, ma certissima ed importante, perchè influisce quasi sopra tutte le macchine idrauliche.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Sopra i due piccioli lati della cunetta A B *Figura* 10. s' alzano due stanti A C, B D scavati per di dentro quinci e quindi in forma di canale, per ricevere i due piedi del pezzo E F, che per tal mezzo s' alza e si sbassa, e si ferma dove si vuole colle due viti C, D. In E, ed F sono due pilastrini aperti nella sommità in forchette, per ricevere due lieve G H terminate da una parte, e dall' altra con due porzioni di carrucole o girelle, le cui gole hanno per centro quello del moto nella forchetta.

Nel fondo della cunetta è attaccato un treppiede di ferro, che porta un cilindro cavo di metallo I K, nel quale sdrucciola uno stantuffo levigatissimo, sicchè soggiaccia a pochi sfregamenti. Questi due pezzi insieme sono rappresentati dalla *Figura* 11.

Il cilindro riceve a vite più vasi di vetro

rappresentati colle *Fig.* 10. 12. e 13. guerniti nella parte da basso d'una staffetta di rame, e nella sommità d'una spezie di larga doccia. L'altezza di tutti questi vasi è eguale; ma le loro figure e capacità, come si vede, sono differenti.

Quando uno di questi vasi è adattato al cilindro, come appare nella *Figura* 10. due pesi L, M, che fanno impressione sù le lieve, tendono a sollevare perpendicolarmente lo stantuffo col mezzo d'una verga di metallo N; e d'una doppia cordicella attaccata in G, ed in H, che traversa un foro apposta fatto nel pezzo E F.

La *Fig.* 14. rappresenta una spezie di lanterna cubica di metallo corredata di cristalli, alla quale s'aggiusta il cilindro della *Fig.* 11. e qualcuno de'vasi, de'quali abbiamo parlato: nel fondo della lanterna è fissata una carrucola O, che rimanda un capo di catena dello stantuffo al gambo N; di maniera che collocandosi questo pezzo sul treppiede nella cunetta, facendosi giocar le lieve, muovesi lo stantuffo con una direzione orizzontale.

La cunetta A B è foderata di piombo; i pezzi, che s'inferiscono in ferro, sono verniciati; quelli che si uniscono a vite, hanno degli anelli di pelle non concia infrappostì; lo stantuffo debb' essere più libero, che si può; ed i pesi L, M sono due piccole secchie, o due piattelli di bilance, che si possono caricar più, o meno; e s'è fatta in K una spezie di chiavetta, che serve, aprendosi, allo scolo dell'acqua.

EFFETTI.

Se si riempirà d'acqua il vase cilindrico, quando è posto regolarmente sù la macchina, come appa-

appare dalla *Figura* 10. e ſieno i peſi L, M tali, che appena ſi portino via lo ſtantuffo; il medeſimo effetto ſuſſiſte, quantunque ſi ſoſtituiſcano a queſto vaſo quelli delle *Figure* 12. e 13. le capacità de' quali ſono differentiſſime.

I peſi medeſimi ſono ancora neceſſarj, e ſufficienti; ſe ſi pongano ſul treppiede i pezzi, che ſono rappreſentati dalla *Fig.* 14. e ſi metta dell' acqua alla medeſima altezza; che nelle Eſperienze precedenti; computando dal di ſotto della picciola carrucola di corriſpondenza O.

SPIEGAZIONE.

Per movere lo ſtantuffo da giù in sù, due ſorte di reſiſtenze s' hanno da vincere; vale a dire, quella del ſuo ſfregamento nel cilindro, e quella del peſo dell' acqua. La prima non dee variar per certo, quando ſi fanno l' Eſperienze ſeguitamente; poichè e lo ſtantuffo, ed il cilindro ſono gli ſteſſi. Se non ſiam dunque coſtretti ad accreſcere, e non poſſiam neppure diminuire i peſi, qualor ci ſerviamo del più grande, o del più piccolo de' tre vaſi; purchè l' acqua ſia ſempre alla medeſima altezza; la ragione n' è queſta, che i liquidi, come definiſce la noſtra Propoſizione, non peſano ſul fondo del loro vaſe in ragione della quantità, ma ſecondo la larghezza di queſto fondo, e la loro altezza perpendicolare.

E poichè vi vuole per tirare orizzontalmente lo ſtantuffo tanta forza, quanta per ſollevare la medeſima quantità d' acqua in una direzione verticale; queſta è una prova, che la preſſion laterale de' liquori equivale a quella, che ſi fa perpendicolarmente alla medeſima altezza.

Queſti

Questi fatti, tuttochè pajano sorprendenti, sono incontrastabilmente provati dall' Esperienze, che quì abbiam riferite; ma non sono spiegati. Se giova il saperli, niente meno curioso è il conoscerne la cagione; e per istudiarci di scoprirla, ci porremo quì ad esaminare, come la cosa segua in ciascuno de' vasi, cominciando dal più semplice.

La massa cilindrica d' acqua, ch'è nel vase IKN, può essere considerata in due modi; o come un fascio di piccole colonne contenute sotto un involucro comune; o come sezioni orbiculari ammontichiate l' une sopra l' altre: vedi la *Figura* 15. In qualunque modo, ch' ella si consideri, è evidente, che la base *a b* è caricata della somma totale o delle colonne, o delle sezioni, o strati; e che se soltanto conoscasi il peso d' una di esse, si saprà il peso di tutta la massa, perchè la larghezza della base dà il numero delle colonne; ovvero l' altezza dell' acqua al di sopra della base determina quella degli strati, o delle sezioni. Donde segue, che in un vase cilindrico, posto perpendicolarmente all' Orizzonte, i liquori, avuto rispetto alla base, pesano nella stessa maniera, che i solidi.

Nel vase rappresentato dalla *Figura* 13. la cui sezione, secondo l' asse, appare nella *Figura* 16. è facile nè più nè meno vedere, che la base *c d* porta solo le colonne, che riposano perpendicolarmente sopra di essa, essendo l' altre sostenute dalle pareti, come per piani inchinati. Se *c d* è eguale ad *a b* della *Figura* 15. è dunque visibile, che queste due basi sono egualmente caricate. La fluidità fa quì il suo effetto; imperocchè appunto perchè la parte *c e f d* può muoversi, ed esercitare la sua gravità independentemente dal resto della

mas-

massa, ella carica del suo peso la base. Se questa massa totale fosse composta di fette orbicolari, ma solide, come *g h*, *i k* ec. chi non vede, ch' ella verrebbe tutta sostenuta sopra i lati del vase, e che il fondo *c d* non porterebbe se non l'ultima fetta infinitamente sottile?

Finalmente, come avvien egli, che la base del vaso rappresentato dalla *Figura* 12. sia tanto caricata, quanto quella degli altri due? Non essendovi se non la picciola colonna *n n*, *Figura* 17. che abbia tutta la sua altezza, le parti vicine *o o* debbon elleno forse essere egualmente compresse?

Che coteste parti del vase sieno premute, facilmente s' intende; poichè portano una parte del fluido ch' è pesante, e noi abbiamo spiegato con la *Fig.* 4. come non solo queste, ma ancora tutte le altre *p p*, *q q*, *Fig.* 17. partecipano di questa pressione; ma ch' elleno sien tanto premute, quanto la parte *n*, stentasi a concepire. Vedesi bene in fatto, che la colonna *n n* dee comunicar la sua pressione in *o*, ed in *q* per mezzo de' globuli, ch' ella tende a distornare; ma essendochè la forza, con la quale adopera su queste due parti, ha una direzione obliqua sopra l' una e sopra l' altra, e non essendo una forza, che obliquamente si esercita, eguale alla diretta, sembra, che la pressione in *p*, ed in *q* non possa mai pareggiar quella che si fa in *n*.

Convien pure asserire, che questa egualità non è dimostrata rigorosamente; ma l' Esperienza non ci lascia apparir divario alcuno, e si capirà, che quello che ci può essere, è infinitamente piccolo, se si porrà mente a queste due cose: 1°. Che le molecule de' corpi liquidi sono piccolissime. 2°. Che esse non si toccano mai così da presso, come quando le cagioni della liquidità vengono a ces-

a cessare: con questi due principj io credo, che si potrà render ragione del fatto che si discute. Imperocchè, essendo queste parti de' liquidi infinitamente piccole, quand' anche non fossero, se non infinitamente poco disgiunte le une dalle altre, l' azione d' una di queste particole spinta fra due altre diventa infinitamente poco obliqua, cioè, quasi diretta: vedi la *Fig.* 18. Rendesi probabile questa idea, se si bada, che la pression laterale, che non differisce sensibilmente dalla pression perpendicolare ne' liquori, è notabilmente meno grande ne' fluidi grossieri, come la rena, i grani minuti, il piombo in minutissimi ballini ec. ed ella va diminuendo, e cessa interamente nelle materie, che passano dallo stato di liquore a quello di corpi solidi; il che non succede sicuramente, se non perchè le parti si ravvicinano, si aggomitolano in molecule più grosse, ed in vece di continuar ad operare le une sù le altre, come il globulo 1 sopra i due ch' egli tocca, esercitano un' azione più obliqua, come il globulo 2.

APPLICAZIONI.

L' Esperienze, che abbiamo finora spiegate, ci conducono naturalmente a dire qualche cosa delle trombe, le quali di tutte le macchine idrauliche son quelle, che hanno più frequente uso, e più generale utilità. Giova conoscerne almeno le parti principali, i fondamenti, o regole per fissarne le loro dimensioni, e intendere, come la forza che s' impiega, applicasi col loro mezzo a vincere la resistenza del fluido, che sale; affinchè non ci lasciamo illudere dall' immaginazione, o dalle false promesse di certa

gen-

gente, il cui naturale ingegno non è abbastanza illuminato dal chiarore della teoria.

Le parti principali delle trombe sono per ordinario cilindri cavi A B, o C D *Figura* 19. fatti per lo più di metallo; gli stantuffi E F, che riempiono una porzione del cilindro, e che vi si fan muovere alternativamente da un capo all'altro col mezzo d'un gambo G, o H, all'estremità del quale s'applica il motore immediatamente; oppure coll'ajuto d'una lieva I, o di qualche altra macchina; inoltre tubi ascendenti, come K, L, per condur l'acqua alla bramata altezza; e finalmente valvule, linguelle, animelle, che lascian passar l'acqua per un verso, e che ostano, acciocchè non ritorni per un altro, siccome veder si può a cadaun fondo de' due cilindri B, o D.

Distinguer si può generalmente due sorte di trombe composte delle parti testè da noi nominate; vale a dire, quelle che chiamansi *aspiranti*, e quelle che hanno il nome di *pressorie*. Niente direm noi quì delle prime, perchè a ben intenderle bisogna conoscere alcune proprietà dell'aria, di cui non abbiamo per anche ragionato; restano a spiegarsi l'ultime, cioè quelle, ove lo stantuffo spigne immediatamente l'acqua da sù in giù, o per contrario.

Nel cilindro A B, esempigrazia, quando si solleva la stantuffo da B verso A, lascia un vuoto fra sè, ed il fondo della tromba; e l'acqua della conca, ov'è immersa la tromba medesima, sale per la pressione delle colonne vicine, come ne' tubi della *Fig.* 5. e per un'altra causa, che presto additeremo. Quando poscia viensi ad abbassare lo stantuffo, l'acqua ritenuta da un' a-

nimella, ch' è nel fondo del cilindro, passa a traverso del corpo stesso dello stantuffo, ove si è apposta fatto un canale, ed un' altra animella volta in sù per impedir, che l' acqua non ricada; perciò quando sollevasi per la seconda volta lo stantuffo, la parte di sotto si riempie di nuovo, e l' acqua ch' era passata al di sopra, viene portata più alto: continuando così, giungesi ad empire il cannone o tubo ascendente; e quello che di poi si fa, corrisponde a tant' acqua, di quanta si vuol disporre. Nell' altra tromba C D, il corpo della quale è intieramente immerso, l' acqua cade da sè stessa, e passa a traverso dello stantuffo per riempire lo spazio, ch' egli lascia vuoto, quando si solleva; e quando si deprime in giù, il foro si ottura con un' animella, ch' è nella sua base, e l' acqua è costretta a passare nel tubo K, donde ricader non può, perchè vi è abbasso un' altra valvula, o linguella che la ritiene. Replicando pertanto le pinte dello stantuffo, cotesto tubo ascendente s' empie, e somministra poi dell' acqua sino all' altezza, dov' egli mette capo.

Nell' una, e nell' altra di queste due macchine è facile calcolare la resistenza, che viene dal peso dell' acqua che si solleva; imperocchè, secondo i principj di sopra posti, e le sperienze impiegate da noi per provarlo, qualunque forma che prenda la colonna del fluido, s' averà il suo giusto valore, moltiplicando la larghezza della sua base, che è quella dello stantuffo medesimo per l' altezza perpendicolare del tubo ascendente. Nell' una delle nostre due trombe la colonna d' acqua riposa sullo stantuffo che si tira, nell' altra resiste allo stantuffo che si spigne; ed è la stessa cosa affatto per ciò, che riguarda la forza che conviene

im-

impiegarvi. Supponendo dunque uno ſtantuſſo di tale larghezza, che la colonna d'acqua, di cui egli è la baſe, peſi 20 lire per ogni piede, il tubo aſcendente, eziandio ſe non aveſſe di diametro più che un pollice, ſe averà 20 piedi di altezza, la ſomma dell' impreſſione o del carico fatto contro lo ſtantuſſo ſarà 400, prodotto da 20 moltiplicato per 20, come ſe la colonna d' acqua foſſe in tutta la ſua lunghezza d'un diametro eguale a quello della ſua baſe.

Nulla dunque ſi guadagna, ſiccome appare, in far de' tubi o cannoni riſtretti per condur l'acqua d'una tromba: al contrario vi ſi perde per l' aumentazione degli sfregamenti; imperocchè moſtrato abbiamo nella terza Lezione, che queſta ſpezie di reſiſtenza, date eguali tutte le altre coſe, creſce come le ſuperficie, e che la ſuperficie interiore d' un cannoncino, riſpetto alla ſolidità del contenuto, eccede quella d'un cannone più groſſo.

Poichè una colonna di liquore aſſai minuta può eſercitare una gran preſſione, quando mette capo in una larga baſe, non dee recar maraviglia, che alcune mezzette d' acqua facciano crepare una botte piena, quando eſſe mezzette ſi ſollevano perpendicolarmente ſul foro del cocchiume in un cannone aſſai lungo; imperocchè allora queſta colonna avendo la larghezza della botte per baſe, ha la forza ſteſſa, che ſe in tutto il ſuo dilungo foſſe egualmente larga. Ma quelli, che foſſero curioſi di ripetere queſta medeſima Eſperienza, devono ſtare avvertiti, che le botti ordinarie, nelle quali ſi mette il vino a Parigi, e ne' contorni, ſono capaci d'una reſiſtenza molto maggiore, che non ſi crederebbe: con 20 piedi di tubo non ſono talor

ve-

venuto a capo di far crepare un barile da mezzo bigoncio; quel d' un bigoncio intero crepa più presto, perchè ha una base più larga.

Gli scorrimenti, che si fanno da' vasi bucati al di sotto della superficie del liquore, date aperture eguali, hanno tanto più di velocità, quanto il liquore è più alto al di sopra del buco, perchè la parte del fluido, che scorre attualmente, è premuta dal peso d' una colonna più lunga; laonde i getti d' acquà sollevansi e dispendono tanto più d' umore, quanto i lor ricettacoli, o serbatoj d' acqua sono più alti; e l' altezza del getto a vicenda scema, secondo che si vuotano queste conserve. Quindi pure addiviene, che un vase, la cui capacità è uniforme; come un cilindro, un prisma ec. posto sù la sua base non si vuota egualmente in tempi eguali, se lo scolo si fa per abbasso. Le quantità per ciascun tempo vanno diminuendosi, come l' altezza della superficie del liquido che n' esce: per questa ragione si è, che nelle pubbliche conserve d' acqua, ov' ella si distribuisce secondo le concessioni fatte ai particolari, deesi aver cura, che il fondo, da cui ella procede, sia sempre egualmente pieno.

Avanti che l' arte dell' Oriuolajo fosse così perfetta, e d' un uso così comune, come lo è presentemente, solevasi d' ordinario misurare il tempo con lo scolo di qualche liquore, o di qualche fluido: la *clepsydra*, e la *rena* da ore altro non sono, che vasi, de' quali una parte vuotasi d' acqua, o di qualche fina polvere in un certo spazio di tempo; ma queste sorte d' instrumenti non possono essere mai a bastanza perfetti, perchè in genere la velocità degli scorrimenti dipende non solo dall' altezza perpendicolare del fluido, ch' è quel-

quella cosa che principalmente abbiam quì in mira, e che si può facilmente misurare; ma ancor dalla quantità degli sfregamenti, dal grado di fluidità, e di densità che sono variabili, e ch' è difficile calcolare.

SECONDA SEZIONE.

Della Gravità, e dell' Equilibrio di molti Liquori, che hanno densità differenti.

NOI abbiam dal bel principio della prima Sezione data un' idea de' Liquóri in genere, rappresentandoli come una massa di piccoli corpi solidi, durissimi, indipendenti gli uni dagli altri, pesanti separatamente, e a proporzione delle loro piccole masse: tutto quello, che abbiam da aggiungere a questa descrizione per far capire, come procedono nel vase medesimo due liquori di densità differenti, si è, che questi piccioli corpi, onde son composti, sono anch' eglino adunamenti di parti più sottili, strettamente legate e aderenti fra loro; essendo la densità di queste piccole masse più, o men grande, le lor figure, e le lor grandezze più, o men cagionando di vuoto nel loro aggomitolarsi, ben si capisce, che ne debbono risultar de' fluidi, o de' liquori più, o meno densi.

Quando si paragonano più liquori rispettivamente al loro peso, o si fa la comparazione tra volumi d'una grandezza sensibile; come allora quando si pesa dell' acqua in confronto d' olio, o di mercurio in vasi separati; ovvero si

comparano insieme le parti medesime, come quando si meschia dell' acqua col vino, o con dell' aria: in qualunque maniera che questo si faccia, la gravità o peso esercita i suoi diritti, come altrove; ma la fluidità dà motivo ad effetti particolari, che siam quì per esaminare.

PRIMA PROPOSIZIONE.

La differenza del peso, o della densità, basta per separare le parti di due liquori, che mescolati si sono insieme, se altre più forti cagioni non impediscono questo effetto.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un vase di vetro diviso in due parti, che comunicano per un picciolo canale d' una linea e mezza di diametro *Fig.* 20. convien da prima mettere del vino rosso sino in A, e finire di empirlo con acqua, ed esporlo in qualche luogo, dove non sia agitato.

EFFETTI.

Dall' estremità del canale A vedesi tosto innalzarsi una picciola colonna di vino, che poi si spande su la superficie dell' acqua; ed a poco a poco tutto il vino passa così nel luogo dell' acqua, e questa nel luogo del vino.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Le particelle, che compongono la massa d'acqua, essendo più pesanti che quelle del vino, fanno più sforzo per occupare il fondo del vase, che non han queste di forza per resister loro; quindi avviene, che una colonna d'acqua capace di occupare a un dipresso la metà del canale A; prende il suo corso da sù in giù, e che una pari quantità di vino si solleva nel medesimo tempo da giù in sù; e però che queste colonne d'acqua e di vino, a misura che passano, si rifanno continuamente a costo della massa, di cui fanno parte a cagione della sua fluidità, succede finalmente, che tutta l'acqua si trova, dov'era il vino avanti l'esperienza, e che il vino è costretto di occupare la parte del vase più alta: perchè due corpi non possono essere nel medesimo tempo nel medesimo luogo, come dimostrammo nella terza Lezione Sezione terza, parlando dell'Impenerabilità della materia.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La caraffa cilindrica rappresentata dalla *Figura* 21. contiene 5 fluidi differenti; cioè, 1. mercurio, 2. olio di tartaro, 3. spirito di vino, 4. spirito di terebintina, 5. aria.

EFFETTI.

Quando il vaſe è in quiete, tutte queſte materie occupano i luoghi, che convengono alla loro gravità ſpecifica; cioè il mercurio ſta al fondo, l'olio di tartaro immediatamente ſopra del mercurio, di poi lo ſpirito di vino, quindi lo ſpirito di terebintina, e l'aria al di ſopra di tutto: e ſe più volte ſi roveſcia la caraffa agitandola, dacchè ella torna in quiete, ciaſcuno de' detti liquori ripiglia il ſuo luogo; ma il mercurio, e l'olio di tartaro più prontamente, che gli altri.

SPIEGAZIONI.

Queſti cinque fluidi differiſcono tra loro più che il vino e l'acqua dell' Eſperienza precedente, non ſolo per le loro gravità ſpecifiche, ma ancora per la loro natura; il che fa, ſenza dubbio, che agitandoli inſieme non ſi dividono e non ſi meſchiano tanto, quanto altri liquori, i quali foſſero più analoghi: per la ſteſſa ragione il mercurio, e l'olio di tartaro ſi ſceverano più preſto, che gli altri.

APPLICAZIONI.

I vaſi idonei ad eſeguire queſte ſorte di Eſperienze poſſono ricevere differenti forme, e diſporſi in diverſe maniere. Si può, per eſempio, naſcondere la capacità inferiore, che contiene il vino della prima Eſperienza, in un picciolo piediſtallo, o altramente, B *Figura* 20.

così non lasciando apparire se non la parte del vase, dove si mette l'acqua, sembra agl' ignoranti di tali effetti, che l'acqua si muti in vino: così deludonsi talora gli occhi con piccoli artifizj, che perdono tutto il loro maraviglioso, quando se ne conoscono le cagioni. Noi ne parliamo solo per insegnare a sospendere il proprio giudizio nelle cose, che da bella prima non si concepiscono, e a non tenere per soprannaturali certi effetti, che sorprendono, e la causa fisica de' quali non è manifesta.

Le materie pingui, animali, vegetabili, o minerali, essendo per l'ordinario composte di molecule meno dense che quelle dell' acqua, si sviluppano da questa, quando vi sono mescolate, e rare volte s' adopera per separarle altro mezzo, che quello di dar loro tempo di venire a galla: così si separa la crema, o il fior di latte.

Vediam sovente dell' acque stagnanti e corrotte, su la superficie delle quali osservansi delle macchie lucenti, ove appariscono de' colori d' arco baleno, quando si guardano per certo verso: queste non sono altro, che parti grasse o sulfuree alzatesi dal fondo, come succede ne' terreni bituminosi, o sceverate e divise dall' interno dell' acqua, il che addiviene sempre ne' bagni, od altre conche d' acqua, ove si va a lavare i panni lini. Ma se una goccia d' olio, una particella di grasso si solleva al di sopra dell' acqua, la stessa cosa avvenir dee, ed in fatti avviene, quando ve n' è una maggior quantità; quindi più grasso ch'è un animale, *cæteris paribus*, tanto più ha di vantaggio per nuotare. Un bue, od un majale, per questo con-

so corre dunque meno rischio di negarsi, che un levriere, o qualunque altro magro animale.

Potremmo inoltre addur quì, per esempio, l' ascensione de' vapori e dell' esalazioni; ma questa applicazione l' abbiam prevenuta con far conoscere nella Lezione precedente, che il fumo e la fiamma non si sollevano nell' aria, se non per una leggerezza rispettiva, che a parlar propriamente, non è, che una gravità minore; come l' aria si solleva nell' olio, l' olio nell' acqua, l' acqua nel mercurio.

Quantunque un liquore più leggiero sia capace di salire travalicando un liquore più pesante; tal circostanza vi ha nondimeno, in cui questo effetto non segue. L' acqua ed il vino, esempigrazia, che abbiamo nella nostra prima Esperienza adoperati, non si separano, quando sono stati precipitevolmente versati l' un sopra l' altro. L' olio e l' acqua sbattuti insieme con l' aria, che vi si mescola, perdono la loro fluidità; il bianco dell' uovo, e la crema sbattuta, fanno la stessa cosa, e tali fatte di miscugli sussistono assai lunga pezza.

Tutti questi esempj provano solo, che alcune cause oppongonsi agli effetti della gravità nella separazione de' fluidi mescolati, e che tali cause possono diventare predominanti; ma non distruggono la nostra proposizione. E' mestieri di quì richiamare alla memoria quello abbiam detto degli sfregamenti nella terza Lezione. Crescendo la resistenza di questa fatta, come le superficie, i liquori mescolati possono essere divisi in così piccioli volumi, che l' uno tocchi l' altro per troppe parti; e che la differenza de' loro pesi, che sarebbe la causa della loro disu-
nio-

mione, non eguagli lo sfregamento, o per ispiegarci con altro più chiaro termine, non equivalga alla difficoltà, che hanno a separarsi. Per questa ragione il vino, quasi del pari pesante che l'acqua, per sè stesso, quando è diviso grandemente per una discesa impetuosa, resta nell' acqua, come vi si attrova; laddove, se per la forma del vase, o per la maniera di versarlo si mettano in opposizione volumi più considerabili, e che abbiano meno di superficie rispetto alla loro solidità, avviene spessissimo, che lo sfregamento cede al peso dell' acqua. Per la ragione pure degli sfregamenti cresciuti con la division delle parti l'olio, ed il vino divengono *unguento*, il bianco dell' uovo, la crema ec. restano in spuma; imperocchè l'aria v'è così divisa, e la sua meschianza con questi liquidi è così intima, che la sua leggerezza non basta più per isvilupparnela. Aggiungete a queste ragioni due altre cause, che rendono pure difficile la separazion delle parti: 1°. la viscosità più, o men grande in una materia, che in un' altra, ma da cui niuna va esente; e 2°. l'analogia, che spesso si trova tra due liquori; e che verisimilmente consiste in una certa convenienza di figure, di grandezza, o di superficie. Lo spirito di vino mescolato con dell' acqua non si separa più da essa, e l'olio di terebintina, che niente più leggiero si è, non fa già la stessa cosa.

II. PROPOSIZIONE.

Molti liquori, o molti fluidi, benchè di nature differenti, pesano gli uni sopra gli altri in ragione delle loro densità, e della loro altezza.

Questa Proposizione non ha bisogno nè di spiegazione, nè di prove; imperocchè, se ogni liquore è pesante, per la ragion sola ch' egli è materia, aggiungere un liquore sopra d' un altro è aggiungere un peso ad un altro peso; e quando l' un de' due fosse anco più picciolo che l' altro, nientedimeno è reale il valore ch' egli ha, e però computabile nella somma. Se si vuole caricare il fondo d' un vase cilindrico di due lire di liquore, e si cominci con versarvi una lira d' acqua, si potrà certamente finire il carico con dell' olio: questo essendo meno pesante, ne abbisognerà un maggior volume, ma il suo peso non coopererà meno alla pressione, che di far ci siam proposti.

III. PROPOSIZIONE.

Due liquori di densità differenti sono in equilibrio, allorchè avendo la medesima base, le loro altezze perpendicolari all' Orizzonte sono in ragione reciproca delle loro densità, o gravità specifiche.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

ECD *Fig.* 22. è un sifone rivoltato, nel quale si versa del mercurio, sin a tanto che la su-

ſuperficie da una parte e dall' altra ſia d' una mezza graduazione, o d' un mezzo grado più elevata, che la linea C D; dopo di che ſi verſa dell' acqua colorata nel ramo C E.

EFFETTI.

Quando la colonna d' acqua miſura 14 gradi, il mercurio ſi trova d' un grado più elevato nel ramo D, che nell' altro.

SPIEGAZIONI.

Il mercurio caricato da un cantò dalla colonna d' acqua ſollevaſi nell' altro ramo, ſin a tanto che ſia in equilibrio col liquore che lo preme; quando ceſſa di aſcendere, la ſua altezza al di ſopra del ſuo livello pareggia la quattordiceſima parte del altezza dell' acqua; e ſi ſa del reſto, che il peſo dell' acqua è a quel del mercurio, come 4 a 14: manifeſto è dunque, che le altezze di queſti due liquori ſono in ragione reciproca delle denſità; poichè l' acqua tienſi quattordici volte più alta, come il mercurio è 14 volte più peſante.

APPLICAZIONI.

Riconoſciuta una volta che ſia per vera la propoſizione, che provata abbiamo, ſarà facile conoſcere la mutua proporzione delle denſità di più liquori, con paragonar a queſto modo le loro altezze, quand' eglino ſaranno in equilibrio; imperocchè ſi capiſce bene, che in vece di mercurio ſi potrebbe mettere con l' acqua ogni al-

tra

tra materia liquida; come olio, ſpirito di vino, ec. e che parimenti dalla loro altezza al di ſopra del livello giudicherebbeſi, quanto l'uno foſſe più, o meno peſante dell'altro.

Siccome ſi può giudicare delle denſità comparando le altezze; così potrebbeſi dall'elevazione del più peſante dei due liquori, ſe ſi conoſceſſero la denſità, ſtimare l'altezza del più leggiero, nel caſo che non ſi poteſſe miſurarla. Se, per eſempio, un palombaro aveſſe nel fondo dell'acqua un ſifone ripiegato con del mercurio, sù cui la preſſione dell'acqua adopera ſola, e ſolamente da uno de' due rami; dacchè egli vedeſſe il mercurio alzato un piede, potrebbe conchiudere con tutta ſicurezza, che la colonna d'acqua, che preme, ha 14 piedi d'altezza.

Noi ſiamo ſopra la terra, come i peſci, che ſtriſciano nel fondo del mare, immerſi in un vaſto fluido, che da tutte le parti ne circonda, e di cui non ſappiamo appuntino l'altezza. Avvezzi ſin dal noſtro naſcimento alla preſſione dell'aria, ch'è uguale ed uniforme ſopra tutta l'ampiezza de' noſtri corpi, non la ſentiamo, perchè ella è continua; imperocchè ſentire altra coſa non è, che giudicare del noſtro ſtato attuale, comparandolo ad un altro, che ha preceduto: una ſenſazione, che non è mai interrotta, a parlar propriamente, non è ſenſazione. Quindi è, che la cognizione della Gravità dell'aria è una ſcoperta, che tuttora ha l'intero ſapore di novità. Appena è un ſecolo, che ſi fa caſo, e conto della preſſione di queſto fluido; prima d'allora tanto è lungi, che foſſe creduto peſante, che molti Filoſofi l'aveano meſſo nella ſchiera delle materie, alle quali attribuivano una leggierezza aſſoluta.

Non

Non già, che la natura non avesse anche allora la voce dell' Esperienza e de' fatti, che reduti aveano attoniti ed attenti i Dotti; ma le sue voci erano male interpretate. S' era veduto con ammirazione salir l' acqua sopra del suo livello nelle trombe aspiranti; aveasi osservato, che lo stantuffo d' una siringa non si poteva tirare se non a gran forza, quando ella era otturata da un capo. Vedevasi con istupore, che un mantice non avea il suo moto libero, se non in quanto egli era aperto nel suo cannone; che due corpi duri e lisci, come il marmo, applicati l' uno all' altro difficilissimamente si separavano, ec. " Ne ,, adducevano questa frivola ragione, e dicevano ,, no, che la natura ama secretamente il pieno: ,, subito che in qualche parte manca della materia ,, teria, ella s' affretta a portarvene; in somma, ,, che *la natura abborrisce il vuoto* ,,.

Queste frivole ragioni più, degne di riso che di rispetto, tuttochè fossero pur troppo rispettate in que' tempi, che la ragione cedeva all' autorità d' un nome celebre, han lunga pezza ritardato il progresso della Fisica. Il Galilei fu a par cogli altri soddisfatto dell' orror del vacuo, finchè non giunse a vederne i limiti; ma quando assicurato da manifeste prove, che l' acqua non ascendeva se non trentadue piedi nelle trombe aspiranti, e che il resto del tubo, s' era più lungo, rimanea vuoto, si ribellò alla fine contro cotesta maniera di filosofare; e tant' è lungi, ch' egli pensasse, come avrebbe talun altro potuto pensare, che l' orror del vuoto avesse i suoi litimi, oltra i quali egli si rivolgesse in indifferenza, che anzi cominciò a credere, avere coteste sorte di fenomeni una causa fisica molto di-

diversa da ciò, ch' era stato fin allora escogitato per ispiegarli. La cosa da lui sospettata fu messa in evidenza dal suo discepolo Torricelli. Questo Filosofo Italiano fe' il primo vedere nel 1643. che una colonna d' aria presa nell' atmosfera ponesi in equilibrio con una colonna d' un altro fluido, che ha la stessa base. Questa Esperienza, che noi fra poco ripeteremo, provò invincibilmente la gravità dell' aria, e restituì autenticamente a questo fluido un grandissimo numero d' effetti naturali, attribuiti prima d' allora ad una causa puramente chimerica.

IV. PROPOSIZIONE.

L' aria è un fluido pesante, e che esercita la sua pressione per tutti i versi alla maniera de' liquori.

Quantunque noi abbiam risoluto di trattare a parte delle proprietà dell' aria; abbiam creduto nulladimeno, che fosse a proposito recar quì in brevi detti ciò, che concerne la sua gravità, perchè tal contezza è un attinenza dell' Idrostatica. Ciò che l' aria opera come fluido pesante, lo fa in conseguenza de' principj di questa scienza; e noi non ne facciam particolar menzione, se non perchè la sua gravità è una delle più curiose ed importanti scoperte, che fatte siensi in questi ultimi tempi. Ma d' altro quì non parleremo, che della sua gravità relativa, rimettendo a trattare, insieme coll' altre sue proprietà, della sua gravità assoluta, quando si replicheranno le sperienze, che la provano a *priori*.

IV. ES-

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si gitta del mercurio purgatiſſimo in un tubo di vetro, lungo in circa 3 piedi, e chiuſo da un capo. Quando il tubo è pieno affatto, poneſi il dito ſopra l'orifizio per otturarlo, e dopo d'averlo roveſciato, portaſi l'eſtremità, che col dito è chiuſa, in un vaſe, che pur contiene del mercurio, e levaſi allora il dito. Vedi la *Figura* 23.

EFFETTI.

Il tubo così immerſo, ed aperto a baſſo, vuotaſi in parte nel vaſe; ma vi reſta una colonna di mercurio, che ha in circa 27 pollici e mezzo d'altezza.

SPIEGAZIONE.

Eſſendo l'aria una materia, ha, come tutti gli altri corpi una gravità, la quale ha per centro quel della terra medeſima. Un corpo grave, come precedentemente abbiam veduto, adopera col ſuo peſo ſopra tutto quello, che alla ſua caduta s'oppone, o che gli ſerve di baſe; così quando una colonna d'aria dell'atmosfera ripoſa ſopra qualche corpo, lo comprime ſecondo tutto il valore del ſuo peſo. La ſuperficie del mercurio nel vaſe della noſtra ſperienza è dunque compreſſa dal peſo d'una colonna d'aria, di cui ella è la baſe: quando ſi applica a qualche parte di cote-

ſta

ſta ſuperficie compreſſa un tubo, che contiene una colonna di mercurio più peſante, che la colonna d'aria, il cui luogo è occupato dalla ſua baſe, queſta colonna di mercurio affonda, e s'abbaſſa, ſinchè la ſua altezza diminuita metta il ſuo peſo in equilibrio con la preſſione, che s'eſercita sù tutte le parti ſimili della ſuperficie del mercurio, dov'è immerſo il tubo.

Queſta ſperienza ſola agli occhi d'un uomo oſtinato nell'orrore del vacuo non averebbe avuto punto più di forza, che l'oſſervazione del Galileo circa le trombe aſpiranti, nelle quali l'acqua non ſaliva più di 32 piedi: ſarebbe coteſt'uomo tuttavia illuſo, e al più, limiterebbe l'amor della natura verſo il pieno; ma da che l'un e l'altro fatto ſi paragonano inſieme, non può reſtare alcun ſutterſugio. Quando ſi vede, che le colonne di liquori elevate così al di ſopra del loro livello, ſcemano, come le loro denſità creſcono; quando ſi è certo, che la cagione, la quale ſolleva l'acqua 32 piedi, non può ſoſtenere il mercurio ſe non 27 pollici e mezzo, e ſi ſa, che queſte due colonne sì differenti in lunghezze hanno de' peſi perfettamente eguali, ſi è coſtretto confeſſare, che la cauſſa della lor ſoſpenſione non è una qualità aſtratta; poichè ſi coordina con tanta eſattezza alle leggi della Statica. In una parola, queſt'effetto che altro inchiude, che le proprie circoſtanze dell'equilibrio? Appunto tal giudizio ne portò il Torricelli, e dopo lui aſſerirono la ſteſſa coſa i più de' Fiſici, i quali ebber contezza della ſua bella e curioſa Eſperienza. Ma niun contribuì maggiormente a ſcoprire e rendere manifeſta la gravità dell'aria, che il Sig. Paſcal: egli s'era prevaluto dell'orrore del

vuo-

vuoto, come d'un linguaggio comune; ma l'aveva fatto, ſiccome il Galilei, con tutta la ripugnanza, che nell'eſprimerſi oſcuramente prova un ingegno formato dalla natura per ricevere e trasmettere ſolo idee chiare e diſtinte. Secondò egli con ardore e con iſtudio ſagace le mire del Torricelli; e sì di per ſe, sì ajutato dal diligente M. Perrier ſuo congiunto, ch'era a Clermont nell'Auvergne, e che potea utilmente fare le ſue oſſervazioni ſopra un'alta montagna, detta *Puy du Dome*, portò a ſomma evidenza ciò, che veniva indicato a chi sbandite avea le qualità occulte; poco men che deciſivamente dalla colonna di mercurio ſoſpeſa ſopra del ſuo ſerbatojo.

Il metodo tenuto da M. Paſchal per accertarſi, ſe la ſoſpenſione de' liquori ſopra del loro livello nelle trombe aſpiranti, o nel tubo Torricelliano, foſſe un fatto d'equilibrio; e ſe la potenza oppoſta al peſo del mercurio foſſe veramente una colonna d'aria preſa nell'atmosfera, come era probabile, fu il ſeguente: " Se l' „ aria, diſs'egli, è la cagione di queſto feno- „ meno, lo è, perchè è peſante e fluida; la ſua „ preſſione deve dunque farſi, come ſi fa quella „ de' liquori; debb'ella ſcemare, o creſcere ſecon- „ do la di lei altezza; e le colonne di liquore, „ con le quali ſarà l'aria meſſa in equilibrio, „ ſaran ſempre più, o meno lunghe, ſecondo che „ ſaranno più, o meno denſe. Vediamo quello, „ che ce ne dirà l'Eſperienza „.

Qualunque eſtenſione, che aver poſſa l'atmosfera ſopra della ſuperfizie della terra, non ſi può far a meno di credere, ch'ella formi attorno del globo un'involtura, la cui ſuperficie è uniforme e sferica; appreſſo a poco come quella

dell'

dell' acqua pare piana, qualunque figura, che abbia il fondo del vase, che la contiene. In tale supposizione, le colonne d' aria, computando dall' estremità dell' atmosfera sino al luogo, dov' elleno incontrano la terra, sono più, o meno lunghe, secondo la maggiore, o minore elevazione del luogo, dove elleno terminano; hanno dunque più di lunghezza alle falde d' un monte, che sù la sommità di esso: se l' aria è pesante, queste colonne in un luogo basso devono fare una maggior pressione, che in un luogo più elevato.

Avendo osservato M. Perrier, a quale altezza fosse il mercurio nel tubo del Torricelli alle falde della montagna di *Puy du Dome*, trovò, che sempre più e costantemente s' abbassava, a misura ch' egli poggiava verso la cima del monte; e che rimontava al contrario e colle medesime proporzioni a misura ch' egli discendeva verso la Città: e questa Esperienza immaginata dal Sig. Pascal, e replicata più volte secondo le sue intenzioni, ha sempre additato lo stesso effetto; perciò si è conchiuso, che il mercurio sostiensi al di sopra del suo livello nel tubo Torricelliano per la pressione dell' aria sul vase; perchè vedevasi abbassare il mercurio nel tubo, quando la colonna, che corrispondeva a cotesto vase, diventava men lunga.

Ma se la pressione dell' aria sul bacino sosteneva 27 pollici e mezzo di mercurio nel tubo, bisognava, che questa colonna così sospesa non fosse in alcun modo soggetta al peso dell' aria per la sua parte superiore; imperocchè, essendo allora tra due pressioni eguali, dee cadere al suo livello per lo suo proprio peso. E di fatto ciò accade,

de, se si apre l'estremità del tubo anche con un picciolissimo foro: e a fine di mostrare con una medesima Esperienza, essere egualmente necessario, che l'aria operi sù la superficie del bacino, e operi solo in cotesto luogo per sostenere la colonna di mercurio al di sopra del suo livello, M. Paschal trovò l'Esperienza, che segue.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

F G *Fig.* 24. è un tubo di vetro doppiamente ripiegato e ritorto in H, avendo circa 30. pollici da G in K, ed altrettanti in H in F. K è un piccolo canale aperto, che comunica coll' interno del tubo, e che si ottura con un pezzetto di vescica ammollata. Empiesi tutto il tubo di mercurio, ed immergesi nel cantino, come il Torricelliano.

EFFETTI.

1°. Il mercurio discende in I, e si ferma 27 pollici e mezzo in circa sopra del livello. 2°. Se si punge con un ago la vescica, che ottura l'orificio K, tosto v'entra l'aria, ed il mercurio contenuto da I fino in G cade nel bacino; e quello, che è contenuto nella parte recurva H del tubo, s'innalza appresso a poco all'altezza di 27 pollici e mezzo.

SPIEGAZIONE.

Da questa Esperienza raccogliesi, 1°. Che l'aria è la cagione di questi due effetti; poichè non

ſeguono, ſe non quando è punta la veſcica. 2°. Che l' elevazione del mercurio da G in H è veramente cagionata dalla preſſione dell' aria eſterna sù la ſuperfizie del catino; poichè il mercurio ricade, toſto che queſta preſſione è contrappeſata dall' introduzion d' una colonna d' aria in K. 3°. Che queſta preſſion dell' aria eſterna è atta a ſoſtenere il mercurio 27 pollici e mezzo; poichè lo ſolleva a tale altezza nella parte H F.

Finalmente il Sig. Paſcal replicò l' Eſperienza del Torricelli con dell' acqua, con del vino, con dell' olio, ec. Da tutti gli effetti, che ne ſeguirono, ſi raccolſe, che alla preſſione dell' aria dovevaſi attribuire la ſoſpenſione di tutti queſti liquori al di ſopra del lor livello; perchè eſſendo le loro altezze ſempre più, o meno grandi ne' tubi, a proporzione delle loro differenti denſità, era manifeſtiſſimo, ch' elleno mettevanſi in equilibrio con un peſo, ch' era ſempre l' iſteſſo appreſſo a poco; e però che non v' era altro, che l' aria, che corriſpondeſſe alla loro baſe, queſto fluido ſi paleſava da sè ſteſſo per la vera cagione di tale effetto.

APPLICAZIONI.

L' Eſperienza del Torricelli appena fu nota e divolgata, che i Fiſici a gara s' affrettarono per ripeterla, e ſtudiarne cogli occhi proprj tutte le circoſtanze; ognuno aveva nel ſuo Gabinetto la colonna di mercurio ſoſpeſa, e la viſitava ſovente. Un eſame cotanto aſſiduo non doveva laſciare gli oſſervatori nell' ignoranza delle variazioni, che ſuccedono all' altezza del mercurio nel tubo;

non

non ſi tardò ad accorgerſene; e vediamo da lettere del Sig. Canuto, a cui erano ſtati commeſſi gli affari del Re di Francia nella Svezia, che Descartes, Paſcal, e Perrier non n' erano all' oſcuro, e che ſin al loro tempo s' è penſato di fare, col mezzo di queſta Sperienza, un nuovo ſtrumento Meteorologico; fu però da poi nominato, *barometro*, o *baroſcopo*; vale a dire miſura od oſſervazione del peſo (dell' aria). In fatti poichè il peſo dell' aria è quello, che ſoſtiene il mercurio nel tubo; quando egli ſale più alto, o diſcende più a baſſo, che 27 pollici e mezzo, ch' è la ſua mezzana altezza, non ſi ha egli ragione di conchiudere, che la preſſion dell' aria è accreſciuta, o diminuita? E coteſta colonna di mercurio, che s'alza, e s' abbaſſa, non è ella un' indicazione della gravità attuale dell' atmosfera?

Quando il barometro altro vantaggio non aveſſe, che quel d' avviſarci, che il fluido nel qual viviamo, ha più, o men forte azione ſopra de' noſtri corpi, meriterebbe già d' occupare un luogo ne' noſtri appartamenti, e d' eſſere preferito a tanti altri mobili ſuperflui od inutili; ma hanne un altro, che lo rende più importante, ed è, ch' egli annunzia innanzi tempo le mutazioni dell' aria e de' tempi, ſopra tutto quando han da eſſere conſiderabili; e negar non ſi può, che sì fatte predizioni molto rilevano per le opere della campagna, per li viaggianti, e in moltiſſime altre circoſtanze.

Tal proprietà del barometro è comprovata e certificata dalle oſſervazioni di quaſi un ſecolo, fatte in diverſi paeſi, e da diverſe perſone attente ed accurate: e maſſime dopo la fondazione delle Accademie noi abbiam tavole d' oſ-

ſervazioni meteorologiche, dalle quali appar certiſſimo:

1°. Che l'altezza mezzana del mercurio nel barometro è di 27 pollici e mezzo in Francia.

2°. Che il maggiore abbaſſamento non arriva a 26 pollici, nè la maggiore elevazione a 29.

3°. Che verſo l'Equatore le variazioni ſono men grandi; e che all' oppoſto lo ſon più nei Climi Settentrionali.

4°. Che quando il mercurio è depreſſo nel barometro al di ſotto di 27 pollici e mezzo, predice pioggia, o vento; ed in genere cattivo tempo.

5°. Che al contrario, quando eccede la ſua mezzana altezza, annuncia la calma, il ſecco, il buon tempo.

6°. Che queſte predizioni talora van fallite, particolarmente quando le variazioni d' altezza del mercurio ſi fan lentamente, ed in picciola quantità.

7°. Che al contrario ſon quaſi infallibili, quando il mercurio aſcende, o diſcende d' una conſiderabil quantità in poco tempo; come, per eſempio, 3, ovvero 4 linee in alcune ore.

8°. Che a Parigi rariſſime volte le variazioni del barometro s' eſtendono più lungi, che di 27 in 28 pollici.

Queſta ultima oſſervazione ha eccitata la vaghezza d'aver barometri, le cui variazioni aveſſero più eſteſa, affinchè le più piccole variazioni poteſſero eſſere oſſervate; quindi ſon provenuti i barometri in due rami, chiamati *doppj* per queſta ragione; i barometri *cubitati*, i barometri *ſcorciati*, ec. de' quali noi non darem quì la deſcrizione, perchè ſono già notiſ-
ſimi,

ſimi, e queſto diviſamento ci farebbe troppo di-
gredire dal noſtro ſoggetto. Direm ſolo, che di
tutti i mezzi eſcogitati ſinora per perfeziona-
re il barometro, niuno è tanto vantaggioſo, e
libero così da inconvenienti, che meriti d' eſ-
ſere preferito a quello del Torricelli; cioè a
quello, che comunemente ſi chiama barome-
tro *ſemplice*, e da noi rappreſentato con la *Fi-
gura* 25.

Ma queſt' ultimo, tuttochè ſemplice, debb' eſ-
ſere lavorato con attenzioni, nelle quali d' or-
dinario mancano gli artefici, che li vendono.
Biſogna, ch' egli ſia pieno d' un mercurio perfet-
tamente puro; che il tubo abbia almeno una li-
nea e mezza di diametro internamente; che il
vetro ne ſia perfettamente netto; e che non re-
ſti alcuna particella ſenſibile d' aria tra il mer-
curio, ed eſſo. Biſogna in oltre, che il picciol
vaſe, che ſerve di catino o ricettacolo abbaſſo
del tubo, ſia di tale larghezza, che la ſuperfi-
zie del mercurio ch' egli contiene, reſti ſenſibil-
mente alla medeſima altezza, mentre quello del
tubo aſcende, o diſcende. Si dee ancora por men-
te, che la ſcala de' gradi ſia puntualmente divi-
ſa; imperocchè ſarebbe un difetto notabile, ſe
ſi trovaſſe sbaglio ed errore d' alcune linee sù
li 27 pollici e mezzo d' altezza mezzana; la qual
coſa è pur troppo poſſibile, quando un ſi con-
tenta di attaccare ſopra la tavola una ſtampa già
bell' e diviſa, ſiccome per lo più ſi ſuol fare.

Se i Fiſici ſon d' accordo fra loro, che il mer-
curio del barometro è ſoſtenuto alla ſua mezza-
na altezza dal peſo dell' aria dell' atmosfera,
non ſon d' accordo affatto circa le variazioni, che
vi ſi oſſervano. Ben ſi ſa, che una maggiore ele-

vazione del mercurio dinota una maggior pressione dalla parte dell' aria; ma per quali ragioni l' aria preme più in un tempo, che in un altro; e quale affinità vi è tra questa pressione più, o men grande, e la mutazione de' tempi, la qual succede qualche volta, sol 10, o 12 ore dopo? Ciò si esaminerà da noi altrove, quando averemo fatto conoscere più ampiamente le proprietà dell' aria, e gli stati differenti dell' atmosfera.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si applica alla superfizie d' un vaso pieno d' acqua colorata un tubo di vetro aperto dai due capi, e si succia colla bocca, o d' altra guisa l' aria, ch' egli contiene, CD *Figura* 20.

EFFETTI.

Dacchè si succia l' aria, che è nel tubo, l' acqua vi ascende, e lo riempie.

SPIEGAZIONI.

Poichè l' aria è un fluido universalmente diffuso sopra tutti i corpi, che stanno sù la superfizie della terra, bisogna concepir l' acqua del nostro vaso, come avente due sorte di pesi, che la fan gravitare sul fondo; cioè quello, che a lei viene dalla sua propria massa, e quello d' una colonna d' aria, che corrisponde alla sua superfizie, e cui ella sostiene. Imperocchè abbiam veduto di sopra, che più liquori l' un sopra l' al-

tro

tro esercitano la loro gravità in comune sul medesimo fondo. Supponiamo adesso, che l'acqua sia divisa in un certo numero di picciole colonne simili a quella, che corrisponde all'orifizio del tubo; ciascuna di queste colonne corrisponderà ad una colonna d'aria simile in diametro, e si potrà di lei dire quello, che abbiamo poc'anzi detto della massa totale, ch'ella pesa, o che tende al fondo del vaso per sè medesima, e per lo peso dell'aria, ch'ella porta.

Finchè non si succia l'aria del tubo, tutte l'estremità di queste colonne d'acqua sono nel medesimo piano; perchè essendo egualmente pesanti, ed egualmente caricate, non vi è ragione, che obblighi l'una, o l'altra a starsene più alta, o più bassa del resto; ma se l'una di esse trovisi scaricata del peso dell'aria ch'ella portava (ed ella appunto se ne scarica col levar l'aria dal tubo di vetro) allora questa colonna deve elevarsi al di sopra dell'altre, perchè non è più in istato di far loro equilibrio. E non permettendo la fluidità della massa, che questa colonna così elevata lasci alcun vuoto nel fondo, ella ristorasi continuamente a spese dell'altre, che scemano in lunghezza, ed il vase in questa maniera si vuota.

Se la pressione dell'aria sù la superfizie dell'acqua fosse infinita, si potrebbe così con un tubo assai lungo elevar l'acqua, o qualunque altro liquore, ad una altezza non limitata. Ma se il peso dell'aria non ha se non un certo valore, quando l'acqua sarà giunta a tale altezza, che il suo proprio peso sia eguale a quello dell'aria, che la solleva, si potrà ben quanto si vorrà succiar quella del tubo, non averà più ol-

tre effetto la potenza dell' aria esteriore già esausta.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Questa Esperienza si fa, come la precedente; ma si adopera mercurio in luogo d'acqua; ed il tubo debbe avere almeno 30 pollici di lunghezza, e non eccedere una linea di diametro.

EFFETTI.

Il mercurio arrivato a 27 pollici e mezzo, o in circa, non si solleva davvantaggio, quantunque si continui a succiar l'aria del tubo.

SPIEGAZIONE.

Niente abbiam da aggiungere alla Spiegazione dell' Esperienza precedente per far capir questa; se non che, siccome il mercurio è molto più pesante, che l' acqua, il peso dell' aria esteriore, che serve ad innalzarlo, trovasi in equilibrio con una colonna men lunga. Se vi fosse qualche fluido ancor più pesante del mercurio, lo vedremmo senza dubbio fermarsi ancor più basso.

APPLICAZIONI.

Vuotar d' aria un tubo, succiandola con la bocca, ovvero strascicando per entro, e da giù in sù un turacciolo ben combaciante, è la stessa

cosa,

cosa, quanto all' effetto, che ne dee seguire: è sempre un dar luogo alla pressione dell' aria, che corrisponde al ricettacolo, o catino, e questo basta per elevare il fluido. Ciò vedesi appuntino nelle stringhe, o trombe aspiranti; imperocchè lo stantuffo passando da giù in sù del cilindro cavo, che lo contiene, solleva la colonna d'aria, che pesa sul suo piano superiore; fassi di sotto un vacuo, dove il peso dell' atmosfera fa salir l' acqua, come nel tubo dell' Esperienza precedente. Vedi la *Figura* 27.

Ma essendo il peso dell' atmosfera limitato, e facendole equilibrio una colonna d' acqua di circa 32 piedi ne' nostri climi, e ne' luoghi, che sono poco elevati sopra il livello del mare, ben si concepisce, che una tromba, qual è quella, di cui favelliamo, e che si chiama *aspirante*, non può elevar l' acqua a quasivoglia altezza. Quando questa non basta, si adoprano quelle, delle quali abbiam parlato di sopra, e che chiamate abbiamo trombe *pressorie*. Posciachè in queste ultime la colonna d' acqua, che si solleva, è immediatamente portata dallo stantuffo; e questo stantuffo è guidato da una potenza, che si può aumentare quanto si vuole, è manifesto, che la salita dell' acqua non è limitata ad alcuna altezza.

Se le trombe pressorie hanno l' avvantaggio di portar l' acqua a qualunque sorta di altezza, non hanno poi quello di poter essere collocate fuori del pozzo, o della doccia, donde si vuol trarre l' acqua, come le trombe aspiranti. Ed è un incomodo grandissimo collocare, e mantenere queste sorte di macchine in luoghi assai profondi, stretti, difficili a vuotare, e per lo

più

più in paesi, ne' quali la scarsezza di lavoratori periti accresce la difficoltà de' ristoramenti.

Schifansi cotali inconventienti, e godesi d'un doppio vantaggio con fabbricar le trombe in maniera tale, che sieno nel medesimo tempo aspiranti e pressorie; come, per esempio, son le rappresentate dalla *Fig.* 28. Il turacciolo, o stantuffo, aspira ascendendo, e schiaccia, o preme discendendo. Il tubo, che conduce l'acqua dalla fontana alla tromba, non può per verità avere, se non 32 piedi al più di altezza perpendicolare; ma ciò spesso basta per allungare la tromba in un sito comodamente accessibile; ed il tubo ascendente, che porta l'acqua ricalcata, può avere tanta lunghezza, quanto permette la forza motrice.

Quando si fa uso di trombe aspiranti, convien badare alla situazione del luogo; imperocchè non sollevando elleno l'acque, se non con l'ajuto dell'atmosfera, che pesa sù la superficie della sorgente, quanto più questa sorgente è elevata sopra il livello del mare, tanto meno è lunga la colonna d'aria, che la preme. Io ho portato un barometro sù la maggior altezza dell'Alpi (23. Luglio 1739.) ed ho trovato, che il mercurio stava in circa un quarto men alto, che in Piemonte. Se avessi colà portata una tromba aspirante, e l'avessi fatta oprare, non m'avrebbe dunque sollevata l'acqua, che 24 piedi al più; e per la ragion del contrario, ne' sotterranei profondissimi si potrebbe aspettare dal peso dell'aria effetti più grandi, che quelli, ch'ella opera altrove.

Per una meccanica molto simile a quella delle trombe aspiranti, gli uccelli da becco lungo, come gli aironi, le cigogne, le beccacce ec., e la

mag-

maggior parte de' quadrupedi, i cavalli, le vacche, i cervi ec. sollevano l'acqua nel loro stomaco: questi animali bevono succhiando, e succhiare non è altro, che rarefar l'aria interna dilatando le capacità, che la contengono, per dar luogo all'atmosfera d'operare colla sua pressione. Il petto alzandosi, simile ad un mantice, di cui si slargano, e si scostano le cuoja, produce un nuovo vacuo, che l'aria esterna va ordinariamente a riempire (il che chiamasi *respirare*) ma se la bocca trovasi bagnata, o piena d'acqua, quando quest'ultimo fluido fosse al di sotto dello stomaco, dove si fa il vuoto, è colà portato dal peso dell'aria, della quale egli è sempre pieno.

Se rimanesse ancora qualche incertezza dopo le spiegazioni, che abbiam date dell'aspirazion delle trombe, e degli altri effetti di questa spezie; se tuttavia si dubitasse, che la pression dell'aria siane la vera causa, si potrebbe terminar di convincersene coll'Esperienza, che quì rechiamo.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Su la piastretta d'una macchina pneumatica ponesi una picciola tazza *Figura*, 29. che contiene del mercurio; copresi d'un recipiente, a cui è soprapposta una picciola tromba aspirante, il tubo della quale, ch'è di vetro, s'immerge nel picciolo vase, e si fa il vacuo più accuratamente, che sia possibile:

EFFETTI.

Quando levaſi lo ſtantuffo della picciola tromba, ſi ſente una reſiſtenza conſiderabile, ed il mercurio non s'innalza nel tubo; ma ſe l'aria rientra nel recipiente, la tromba allora ha il ſuo effetto ordinario.

SPIEGAZIONI.

Noi pretendiamo, che il peſo dell'aria faccia ſalire i fluidi nelle trombe aſpiranti; queſto peſo ſi toglie, con vuotare il vaſe, ſotto il quale ſta il mercurio, e la tromba non ha più il ſuo effetto. Dunque è dimoſtrato, che ciò che ſi è tolto (l'aria, e la ſua preſſione) è la vera cauſa dell'aſceſa de' liquori nelle trombe.

La difficoltà, che ſi prova, nel ſollevare lo ſtantuffo, quando il recipiente è vuoto, è ancor una prova del peſo dell'aria. Che la ſiringa metta capo in un vaſe vuoto d'aria, o che ella ſia otturata da baſſo, è lo ſteſſo: fin che lo ſtantuffo premuto nella ſua parte ſuperiore da una colonna d'aria, che peſa di sù in giù, è altresì premuto nel tempo iſteſſo da un'altra colonna della medeſima aria, che ſoſtiene la ſua parte inferiore, o immediatamente, o coll'intermezzo d'un altro fluido ch'egli ſpigne, coteſto ſtantuffo è in equilibrio tra due potenze eguali; e per muoverlo non s'ha da vincere, che il ſuo sfregamento; ma quando ſi toglie via la colonna d'aria, che lo ſoſtiene di ſotto, non ſi può più tirarlo da giù in sù, ſe non ſi ſolleva l'aria, che regge ſopra di lui; e queſt'

aria

aria è un cilindro, che ha tutta l' altezza dell' atmosfera, e di cui lo ſtantuffo medeſimo è la baſſe.

APPLICAZIONI.

Si richiami quì alla memoria il mezzo da noi adoperato nella ſeconda Lezione * per isforzar l' acqua ed il mercurio a paſſar per li pori del legno e della pelle. E ſi capirà, da ciò che poc' anzi abbiam detto circa la preſſione dell' aria, perchè que' fluidi hanno penetrato il fondo del loro vaſe, quando ſi è fatto il vuoto ne' cannoni di vetro, sù i quali erano poſti. Imperocchè è facile intendere, che togliendo via, come abbiam fatto, l'aria, che fa equilibrio di ſotto a quella, che preme di ſopra, queſta eſercita tutto il ſuo peſo ſul liquore, e la sforza a paſſare.

Un mantice chiuſo da tutte le parti non ha più il moto libero; perchè, ſiccome l'animella della ſiringa della paſſata Eſperienza, egli porta una maſſa d' aria conſiderabile, a cui nulla fa equilibrio di dentro.

Per la ſteſſa ragione, il petto degli animali non può più dilatarſi, come è ſolito fare per la reſpirazione, dacchè ſi chiude ogni azione dell' aria, che deve entrarvi; e gli Anatomici conſentono, che gli animali, che ſi annegono, muojono meno dalla quantità d' acqua, cui inghiottono, che per l' interruzione del moto neceſſario per reſpirare.

La gravità, o la preſſione laterale dell' aria può provarſi con l' Eſperienza, che ſiegue.

IX. ES-

* I. e II. Eſperienza Tom. I.

IX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien porre, e fermare sù la piaſtretta della macchina pneumatica un picciolo mulinetto, e coprirlo d' un proporzionato recipiente, forato lateralmente, e guernito d' un picciol capo di tubo, che ſi tiene otturato col dito, mentre ſi rarefà l' aria con una pinta di ſtantuffo ſolamente *Figura* 30.

EFFETTI.

Dacchè ſi leva via il dito per laſciare il canale aperto, ſenteſi un ſoffio, e vedeſi girare il mulinetto rapidiſſimamente.

SPIEGAZIONE.

Il ſoffio, che ſi ſente, non può eſſere attribuito ad altro, che all' aria, la quale paſſa con gran velocità dal di fuori al di dentro del recipiente per ſuccedere a quella, che ſi è ſottratta; e però che il canale, che le dà ingreſſo, è orizzontale, non ſi può far a meno di confeſſare, che l' aria, come tutti gli altri fluidi, eſercita la ſua gravità per fianco, non meno che da sù in giù.

APPLICAZIONI.

Tutti ſanno, che una botte piena, e ſturata abbaſſo ſolamente non ſi ſpande, ſe il buco non è mol-

è molto grande: la ragione si è, perchè l'aria col suo peso sostiene il liquore, che tende ad uscire, e che pesa meno di lei, perchè non ha il liquore un'altezza sufficiente; ma se si farà un'apertura nella parte superiore della botte, l'aria, che pesa sul liquore per questo nuovo foro, fa tanto sforzo per sospignerlo fuori da sù in giù, quanto una colonna d'aria simile ne fa per impedirne l'uscita da basso; ed allora esso liquore se n'esce per il suo proprio peso. Questa spiegazione può servire a render ragione d'un fatto, che a prima giunta sempra singolarissimo. Empiesi d'acqua un fiasco *Figura* 31. forato in A con un picciol buco, il quale si tien chiuso con una pallottola di cera; a traverso del turacciolo, che chiude puntualmente l'orificio, passa un tubo di vetro B, ch'è aperto da i due capi; e s'empie d'acqua il fiasco, ed il tubo. Se si distura il foro, ch'è in A, l'acqua se ne scorre sin a tanto che il tubo sia vuoto; e subito dopo ella si ferma.

Ciò ch'è contenuto nel tubo, dee scorrer giù per lo suo proprio peso, perchè l'aria preme tanto in B, quanto resiste in A; ma quando questo tubo è vuotato affatto, dee cessare lo scorrimento; imperocchè l'acqua, che è al di sotto di AC, è ritenuta dal suo proprio peso, come lo è ordinariamente in una tazza; e quella, ch'è al di sopra di cotesta linea, riman sospesa, non solamente per la pressione dell'aria in A, ma ancora per quella d'una colonna, che agisce per B lungo il tubo.

Finalmente tutti gli effetti, che dipendono dal peso dell'aria, si fanno in una camera egualmente, che fuori: nel barometro, per esempio,

pio, il mercurio ſtaſſi colà nella medeſima altezza, e le trombe ſollevano egualmente l'acqua in luoghi coperti; il che prova, che i ſolaj, o pavimenti non limitano la colonna d'aria, che ſostiene il mercurio, o gli altri liquori, ma ch' ella prende il ſuo peſo dall' atmosfera, con la quale comunica per le fineſtre, o per le porte.

Venghiamo adeſſo alle prove della reſiſtenza, che fa l'aria di giù in sù.

X. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Riempiaſi d' acqua il cannone di vetro rappreſentato dalla *Figura* 32. copraſi con un pezzo di carta, che tocchi bene gli orli: mettaſi la mano ſopra, e ſi roveſci il vaſe in una ſituazione perpendicolare all' Orizzonte.

EFFETTI.

Quando ſi leva via la mano, che tiene il pezzo di carta applicato alla bocca del vaſe, l'acqua rimane coſtantemente ſoſpeſa, e la carta, che ſerve di baſe, vi reſta attaccata.

SPIEGAZIONI.

L'acqua contenuta nel vaſe non può diſcendere e sfuggirſene, ſe non ricalcando e ſoſpignendo una colonna d' aria D E appoggiata contro terra, o contro il ſuolo; ma queſta colonna non può rifluire lateralmente, perchè è ſoſtenuta da tutti i lati dall' atmosfera medeſima, il cui peſo

ſa-

ſarebbe capace di portare una maſſa d' acqua, che aveſſe 32 piedi d'altezza; così la reſiſtenza della colonna D E, che regge e ſoſtienſi alle colonne vicine, è più che baſtante per impedire la caduta dell'acqua fuori del vaſe.

Il pezzo di carta in queſta Eſperienza non ſerve, che ad ovviare alla diviſion de' due fluidi, che ſtenterebbono a contenerſi, a cagione della gran differenza delle loro denſità. Quando l'aria, e l'acqua ſi toccano per baſi men larghe, queſta avvertenza è inutile, come ſi è potuto oſſervare nelle precedenti Eſperienze.

APPLICAZIONI.

Quì ſi può richiamare all' eſame la fontana intermittente, della quale ci ſiamo ſerviti per provare la reſiſtenza * de' corpi col mezzo di quella dell' aria; e ſi ſcoprirà facilmente, donde le venga l'intermittenza del ſuo ſcolo. Imperocchè, fin tanto che il canale, che porta l' aria nel ſerbatojo, è otturato abbaſſo, l' aria, che corriſponde all' orificio de' canaletti diretti verſo la conca, è più forte di quel che fa di meſtieri per fermar la caduta dell'acqua, il cui peſo non può avere il ſuo effetto, ſe non quando ella è tra due arie d' egual forza; e queſto avviene ogni volta che l'acqua della conca eſſendo ſcorſa, l' apertura inferiore del canale reſta ſcoperta. Nel luogo citato abbiam fatto parola ancora d' una ſpezie di tromba, o di canna corpacciuta, che praticaſi nelle officine per attigner l' acqua, che metteſi a rinfreſcare in gran fiaſchi di ſtagno. I liquori reſtano an-

* I. Lezion. Sez. III. Eſper. II.

cora sospesi in cotesto istrumento per la resistenza dell' aria da giù in sù, che ha sempre il suo effetto, quando si ottura col dito l' orificio superiore per impedire, che l' aria, la qual vi corrisponde, non unisca il suo peso a quello del liquore.

XI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

FGHI *Fig.* 33. è un tubo di vetro ritorto, che ha una gamba più lunga dell' altra, e che *sifone* si nomina: immergesi la gamba più corta in un vase pieno d' acqua, ed applicando in I la bocca, od una picciola tromba, si succhia l' aria, ch' egli contiene.

EFFETTI.

Col succhiar che si fa in I, il sifone s' empie d' acqua; e dacchè si stacca la bocca dal sifone, comincia un effluvio, il quale continua, finchè vi è dell' acqua nel vase.

SPIEGAZIONI.

L' acqua del vase essendo premuta in tutta la sua superfizie dal peso dell' atmosfera, deve scorrer fuori per quella parte, dov' ella cessa di provare la medesima pressione: laonde ella riempie tutto il sifone, subito che se ne succhia l' aria, e che si sospende la sua azione in F. Se le due gambe fossero eguali, come FG, GH, dopo il succhiamento non vi sarebbe efflu-

fluvio di liquore; perchè la colonna d'aria, che resisterebbe in H, essendo così alta come quella che preme in F, le farebbe equilibrio, e l' acqua ricaderebbe per lo suo proprio peso. Ma quando l'una delle due gambe ha il suo orifizio al di sotto della superfizie del vase, come G I, quantunque la colonna d'aria che le corrisponde, sia più lunga di quella che pesa in F; non è in istato d' impedire lo scorrimento dell'acqua.

Per ben cogliere la ragione di ciò, bisogna considerare la colonna totale d'aria I K, come divisa in due parti; una delle quali K H fa equilibrio a L F, e sarebbe capace di fermar l' acqua, se il tubo finisse in H. L' acqua, che riempie la parte H I del sifone, non trova dunque altra resistenza in I, che una colonna d' aria della medesima sua lunghezza, e che pesa molto meno. Questa porzione d' acqua scorre dunque per l'eccesso del suo peso; ma nel mentre ch'ella cade, nulla sostiene quella, ch'è al di sopra; perciò ella è di continuo supplita, e ne viene sempre in luogo della prima: così l' effluvio segue, non perchè l' aria non resiste, ma perchè ad altezza eguale l' acqua pesa più dell' aria. E per quest' ultima ragione la resistenza dell' aria in I, ch'è sempre vinta, tanto più lo è, quanto la parte H I del tubo è più lunga; la pressione in A diviene tanto più forte; e ciò evidentemente si vede dalla seguente Esperienza.

XII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

AB *Figura* 34. è un grosso tubo di vetro di circa pollici 15 di lunghezza, chiuso in B, e guernito in A d'una staffetta di metallo con un fondo, a cui sono ben attaccati e saldati due tubi, che possono avere interiormente 2 linee $\frac{1}{2}$ di diametro. Il più corto di essi, il quale fa gomito, si solleva 2, o 3 pollici in forma di coperchi bucati nel cannone grosso; l'altro più lungo, aperto pure da i due capi, non eccede il fondo, al quale è saldato; ma si divide in due parti, che possono separarsi in D, e riunirsi a vite. Si rovescia questo istrumento, affine di farvi scorrere per lo tubo più lungo alcuni pollici d'acqua; quindi rimettesi nella sua situazione naturale, e nello stesso momento s'immerge la gamba, che fa gomito, in un vase pieno d'acqua.

EFFETTI.

Subito l'acqua scorre fuora per la gamba più lunga, e scorgesi un getto d'acqua nel grosso cannone; ma questo getto molto più alto sollevasi, quando il tubo, per ove si fa l'effluvio, è composto delle sue due parti, che quando se ne leva via una.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

I due piccioli tubi, ed il cannone groſſo, a cui metton capo, devono eſſere conſiderati come un ſifone. L'acqua, che aſcende per la gamba più corta, e che slanciaſi fuor della ſua eſtremità, è alzata dal peſo dell'aria, che opera ſù la ſuperficie del vaſe; e poichè queſto slancio dell'acqua è tanto più grande, quanto l'altra gamba è più lunga, queſto è ſegno certo, che la preſſione, che lo cagiona, creſce a proporzione di queſto allungamento, come abbiam detto di ſopra.

APPLICAZIONI.

Il ſifone, che abbiamo poc' anzi adoperato, può eſſere fatto in tal maniera, che il corpo, o catino, ed i rami ſieno appiattati in un piediſtallo, o in altra guiſa; ed allora ne proviene un getto d'acqua ſopra della ſua ſorgente. Vedi la *Figura* 35.

Generalmente i ſifoni ſono molto in uſo nelle cantine, ne' laboratori Chimici, nelle officine ec. per attignere i liquori a chiaro, e più limpidi; poichè queſto iſtrumento li attrae per la ſuperficie ſenza eſſere obligati di agitare i vaſi: il mezzo è ſicuro per attignere ſenza feccia i vini, i roſolj ec.

La figura, e la materia del tubo niun cambiamento apportano all' effetto del ſifone. Se trovaſi in una montagna una vena di ſabbia, che abbia la forma di queſto iſtrumento, e che ſia racchiuſa tra la ghiaja, o in qualche altra

materia men atta a filtrar l'acqua, questo sifone naturale esaurirà una cavità piena d'acqua, a cui corrisponderà la sua gamba più corta; e se gli scoli dell'acqua, che ne somministrano al serbatojo, o alla doccia, si faranno più lentamente che la sua evacuazione, l'estremità della gamba più lunga sarà una sorgente, od una fontana naturalmente intermittente e periodica.

Il bicchiere a sifone rappresentato colla *Figura* 36. renderà sensibile quest'idea. La coppa d'esso bicchiere, che s'empie d'acqua, può rappresentare la cavità, che noi supponiamo nella montagna: il tubo ritorto, la cui gamba più lunga passa a traverso del piede, cagiona un' evacuazione, che comincia subito che l'acqua è arrivata al di sopra della curvatura del tubo, e che, finita ch'ella è, non ricomincia, se non quando il bicchiere siasi di nuovo riempiuto.

Forza è confessare, che per dedurre da questa Esperienza una compiuta spiegazione delle sorgenti periodiche, suppor si dee un esaurimento perfetto nella cavità, che serve di ricettacolo o di conserva; imperocchè l'effluvio del nostro bicchiere a sifone, cominciato che ha una volta, non finirebbe, se si avvertisse di mantener dell'acqua nel vase; e si durerà fatica a concepire, che la sorgente, che fassi all'estremità del ramo più lungo del sifone, possa avere delle intermittenze, se gli scoli, che somministrano dell'acqua al ramo più corto, non ne hanno. Ma queste sorte d'effetti naturali hanno per ordinario più cagioni a un tratto, ed è sempre un vantaggio poterne indicare qualcuna.

Siccome i liquori debbono ascendere nella gamba

ba più corta del ſifone, prima che ſcorrere fuora per la più lunga, ed ivi ſono elevati dal peſo dell'aria che opera ſulla doccia, haſſi a regolare l'altezza di queſta parte del tubo, ſecondo il peſo attuale dell'atmosfera, e la denſità del liquore, cui dee contenere. Imperocchè, ſecondo quello che abbiamo inſegnato intorno alle trombe aſpiranti, l'acqua comune non ſi ſolleverebbe in un ſiſone al di là di 32 piedi, nè il mercurio al di là di 27, o 28 pollici; oltrechè non biſognerebbe, che il luogo dell'Eſperienza foſſe molto elevato ſopra il livello del mare.

Queſta rifleſſione m'ha fatto penſare, che ſi potrebbe facilmente comparare inſieme, ed in poco tempo le denſità di due liquori, col mezzo di un ſiſone aperto nella ſua curvatura, e a cui foſſe ſoprappoſta una picciola tromba aſpirante, ſiccome rappreſenta la *Figura* 37. Imperocchè, eſſendo queſto iſtrumento attaccato ſopra una tavola diviſa in gradi, a pollici e linee, ſe i rami ſono immerſi egualmente in due vaſetti, l'uno de' quali, per eſempio, contenga del mercurio, e l'altro dell'acqua, rareſacendo l'aria de' tubi col mezzo della piccola tromba, ciaſcun liquore ubbidirà alla preſſione dell'aria eſterna, ch'è ad ambedue comune, ſecondo la miſura o proporzione della ſua denſità: ſe il mercurio ſi ſolleverà 1 pollice, l'acqua aſcenderà al 14. Ma ſe ſi faceſſe uſo di queſto iſtrumento, biſognerebbe, che i tubi da una parte, e dall'altra aveſſero almeno 3, o 4 linee di diametro internamente. Ne diremo la ragione in fine della Lezione, che ſegue.

LEZIONE OTTAVA.

Si continua a ragionare dell' Idroſtatica.

III. SEZIONE.

Della Gravità, e dell' Equilibrio de' Solidi immerſi ne' liquori.

QUando un corpo ſolido è immerſo, occupa il luogo d' un volume di liquore eguale al ſuo; quando egli non foſſe una qualche materia ſpugnoſa, la quale ammette una porzione del liquore ne' ſuoi pori, o pure un corpo diſſolubile, le cui parti diſunite poſſono alluogarſi ne' pori medeſimi del diſſolvente. Imperocchè, in queſti due caſi, i volumi, o le grandezze apparenti così del ſolido, come del liquore, ſi confondono un poco; e quando ſono meſcolati, accade per lo più, che occupino men di luogo, che non ne facea d'uopo per contenerli ſeparatamente: un vaſe, eſempigrazia, la cui capacità eguagliaſſe due ſeſtarj, non ſarebbe pieno, ſe vi ſi metteſſe un ſeſtario d' acqua, ed una pari miſura di zucchero in polvere, o di pezzi di ſpugna. Noi non ci proponiamo adeſſo di eſaminare queſte ſorte di effetti: conſideriamo bensì i corpi immerſi, come interi e impenetrabili a que' fluidi, che li ricevono; tal è una palla d' avo-

avorio, che si cala nell'acqua, e che fa, che l'acqua si sollevi verso gli orli del vase, dov' è contenuta.

Quel volume di liquore smosso del suo luogo dal corpo immerso; o sia la quantità, che sollevasi al di sopra del piano; nel quale s'era fermata la superficie del liquore avanti l'immersione; quel volume, dico, pesa più, o meno secondo la sua densità; imperocchè i fluidi, siccome anco i solidi, varian fra essi, per la quantità di materia propria, che racchiudono sotto un certo volume; ed il medesimo liquore non è sempre ugualmente denso.

Si può far quì due supposizioni: 1°. Che il volume di liquore, di cui trattasi, eguagli in densità, e per conseguenza nel peso, il corpo solido, che ha pigliato il suo luogo: 2°. Ovvero che l'un de' due, pesi piùche l'altro. Chiameremo *gravità rispettiva* la quantità, di che il più pesante supererà il più leggiero; di maniera che se un volume d'acqua pesante una lira è smosso da un solido, che pesa una lira $\frac{1}{2}$, la gravità rispettiva di questo sarà una mezza lira.

PRIMA PROPOSIZIONE.

Un corpo solido immerso è compresso da tutti i lati dal liquore, che lo attornia; e la pressione ch' egli prova, è tanto più grande, quanto il liquore ha più densità, e quanto il corpo è più profondamente immerso.

Nella prima Sezione della Lezion precedente noi abbiam fatto vedere, che il peso de' liquori s'esercita per tutti i versi. Abbiamo inoltre provato,

vato, che questa pressione cresce in ragione dell' altezza del liquido; e finalmente, nella seconda Sezione è stato dimostrato, che vi è equilibrio tra due liquori, le cui altezze sono in ragione reciproca delle lor densità, o gravità specifiche. La proposizione, che quì abbiam recata, è una conseguenza delle testè annoverate: dalla prima egli ne segue, che *un corpo immerso è compresso da tutte le parti*. Dalla seconda ne segue, che *la pressione ch' egli prova, è tanto maggiore, quanto è più profondamente immerso*. E dalla terza finalmente segue, che date eguali profondità, *il carico è tanto più grande, quanto il fluido ha più di densità, o di gravità*.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 1. rappresenta un gran vase di vetro pieno d' acqua chiara, nella quale immergesi una vescichetta piena d' acqua colorata, e legata ad un tubo, il quale è aperto ne' due capi.

EFFETTI.

Quando la vescica è intieramente immersa, l' acqua colorata comincia a salire nel tubo, e vi si solleva sempre più, a misura che ella vi s' immerge più addentro; di maniera che ella è sempre così alta, come la superfizie dell' acqua contenuta nel gran vase.

SPIE-

SPIEGAZIONE.

L'acqua colorata, che si solleva nel tubo nel tempo dell'immersione, prova incontrastabilmente, che la vescica è compressa, e che il suo ventre è diminuito: quando si vede quest' effetto crescere, a misura ch'ella più addentro s'immerge, forza è confessare, che la pressione dell'acqua, che n'è la cagione, cresca anch'essa. E come non ha ella a crescere, se il corpo immerso si trova allora caricato di colonne più alte, e che hanno sempre, o con pochissimo svario, basi egualmente larghe? Dico, con pochissimo svario; imperocchè la compressione diminuisce il volume totale della vescica, e la sua superfizie non è così grande nel fondo del vase, come ella lo è a fior d'acqua.

L'acqua colorata sollevasi nel tubo, a misura ch'egli s'avvicina verso il fondo, ma non eccede mai la superfizie dell'acqua del gran vase; perchè essendo i due liquori della medesima densità, quando mettonsi in èquilibrio, debbono le loro altezze essere eguali. Così non sarebbe, se la vescica in luogo d'acqua contenesse spirito di vino, o mercurio: l'ultimo di questi due fluidi terrebbesi più basso, che l'acqua del vaso; e l'altro s'innalzerebbe un poco al di sopra.

Quando si adopra una vescica alquanto grossa, s'osserverà, che la compressione ch'ella prova, non è eguale da tutte le parti, e ch'ella è più premuta di giù in sù, che lateralmente; imperocchè la sua figura si muta, e viene ella un poco a schiacciarsi. Quantunque la refrazione della

lue:

luce cambj l'immagine dell'oggetto in simil caso, deesi concedere, che in una tale apparenza, qualche cosa vi sia di reale, se si pon mente, che le colonne d'acqua corrispondenti alla parte inferiore della vescica sono più lunghe e più pesanti, che quelle che circondano i suoi lati; e che la flessibilità di questo corpo lo rende idoneo a soggiacere all'effetto di tali differenze.

APPLICAZIONI.

Tutti gli animali, che appartengono alla terra, vivono o nell'aria, o nell'acqua; per conseguenza ciascuno d'essi è esposto alla pressione d'un fluido, che lo attornia da tutte le parti, e che ha un peso od un carico notabile, se si riguarda alla sua altezza. Una colonna dell'atmosfera equivale, come l'abbiam precedentemente veduto, ad una colonna d'acqua di simil base, che avesse 32 piedi d'altezza. Se, per esempio, tal colonna è un cilindro d'un pollice di diametro, il peso n'è considerabilissimo; ma quante basi somiglianti, o quanti cerchi d'un pollice di larghezza s'avrebbono da contare sopra la superficie intera d'un uomo? Applicando il calcolo a questa considerazione, trovasi, che una persona di mezzana statura corrisponde ad una massa d'aria, che eccede il peso di 20000.

Ma un pesce nel fondo d'un fiume, o d'un lago, sostiene non solamente la pression dell' aria, come gli animali terrestri; ma ancor quella dell'acqua, in guisa che s'egli sta 32 piedi a fondo, è caricato di due volte il peso dell'atmosfera. Qual sarebbe dunque la pressione fatta

ta sopra d'un animale, il quale vivesse in fondo del mare?

Questi pesi enormi, applicati continuamente alla superfizie de' corpi, non li distruggono tuttavia; perchè, come la vescica della premessa Esperienza, sono interiormente sostenuti dal medesimo fluido, che li circonda. Noi respiriamo la medesima aria, che ci comprime al di fuori, ed i pesci sono nel medesimo caso, in riguardo all'acqua; imperocchè se respirano dell'aria con l'acqua, quest'aria avanti che passi nel loro corpo, è in equilibrio, mercè della sua elasticità, con la pressione del fluido, di cui è caricata. Il moto del petto nel tempo della respirazione non è libero, se non in quanto vi ha equilibrio tra l'aria esterna, e quella di dentro: ogni accidente, che rendesse questa più debole, o più forte, sarebbe sì, che si respirasse con difficoltà.

Non solamente la pressione esteriore de' fluidi non distrugge i corpi, sopra i quali ell'adopera; ma li conserva al contrario nella lor forma naturale a cagione della sua egualità: ella contribuisce bene spesso alla coerenza delle loro parti, e ferma in parecchie il progresso della fermentazione, o della corruzione, che tende a dissiparli. Possiam di ciò rinvenir le prove senza partirsi dal genere animale. Quando si applica una ventosa, operazione le molte fiate più dolorosa, che salutare, e che in Francia è andata in disuso, si solleva un tumore nella parte carnosa del corpo, sù cui si fa cessar la pressione dell'aria, applicandovi una piccola tromba, od una piccola campana di vetro, nella quale si accende un po' di stoppa per rarefar l'aria. Cotesta elevazione della pelle è causata dall'

affluf-

afflusso del sangue, e degli altri fluidi, che essendo per tutt'altro luogo più compressi, si portano al sito, dove è minor la pressione.

Per una sospensione eziandio del peso dell'aria, simile a un dipresso alla descritta, gli animali appena nati traggono il latte dalle mammelle delle loro nutrici. Essendo tutta la parte, ove la natura ha raccolto quest'alimento, compressa come il resto del corpo, eccettuato il luogo, che succia, si fa uno scolo, siccome avverrebbe, se restando il capezzolo esposto alla pressione dell' aria il rimanente fosse più compresso, che al solito. E' dunque manifesto da questi esempj, che la pressione eguale dei fluidi ambienti, e la resistenza, ch'eglino fanno interiormente, contiene i corpi nel loro stato naturale; e ch'ella è necessaria a tal effetto.

E' tuttavia da presumere, che l'equilibrio delle due pressioni, l'interna, e l'esterna, non basterebbe sempre per conservare l'economia animale nel suo intiero tuono. Vi sarebbe senza dubbio un qualche grado di compressione, che la sconcerterebbe. Supponiamo, per esempio, che la vescica della nostra Esperienza, in luogo d'essere una membrana sottile e solida, sia una testura lasca, e spongiosa; certo è, ch'essendo ella ben addentro tuffata nell'acqua, la sua grossezza sarebbe molto premuta da un canto e dall' altro, che le sue fibre si ravvicinerebbono; e che ne verrebbe cambiato l'ordine. Così un animale, che se ne sta a suo comodo nel proprio naturale elemento, patirebbe, se la pressione, alla quale è avvezzo, s'accrescesse notabilmente, benchè egualmente crescesse tanto al di dentro, quanto al di fuori.

Sa-

Sarebbe forse questa la ragione principale, per cui non possono i palombari rimaner sott' acqua lungo tempo in profondità grandi? Imperocchè si fanno essi calare a fondo in una gran campana piena d'aria, la qual aria s'ha il secreto di rinovare, dacchè s'è conosciuto, che questo era necessario per respirare senza pericolo, e liberamente. Tuttavolta ad onta delle cautele, che finora si son sapute usare, vedesi, che un uomo il quale si espone nella detta macchina, ivi quasi sempre si trova in uno stato violento, e bene spesso si è veduto uscirne fuora cogli occhi gonfj, e con uscita di sangue dal naso e dalle orecchie; di maniera che questa invenzione provata in differenti paesi, e in molte guise, non ha per anche avuto gran successo. La ragione si è, perchè non basta provedere il palombaro di aria nuova; bisognerebbe, che quest'aria non fosse molto differente dalla sua ordinaria densità; il che non par praticabile sotto un volume di acqua non picciolo, di cui dee necessariamente sopportar la pressione. La più bella prova di questo genere, che sia stata fatta, si è quella del Sig. Halley, che restò sott' acqua più d' un'ora senza patirne incomodo; ma la sua campana non fu immersa a maggior profondità di 54 piedi Francesi, il che non basterebbe in molte occasioni; oltre di che ella era assai grande, e se questa condizione era necessaria per l'esito ch'ella sortì, come si può crederlo, non si potrebbe se non di raro servirsene, e in casi d'una grande importanza, a cagione delle grandi spese, e degl' impacci, che sono inevitabili nell'uso d'una tal macchina.

II. PROPOSIZIONE.

Se il corpo immerso è più pesante, che il volume di liquore, ch' egli ha mosso di luogo, la sua gravità rispettiva lo fa cadere al fondo del vase, se ha libertà per ubbidirgli.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

L' instrumento rappresentato nella *Figura* 2. è una bilancia idrostatica, che ha per base una cassa foderata di piombo. I tre vasi di vetro A, B, C si reggono, e fermano a vite sù loro piedi, i quali son cavi, e comunicano con un canale nascosto sotto il coperchio della cassa. Questo canale è corredato di tre chiavette, o fori di comunicazione, due alle estremità, che si vedono in D, e in E; ed altre due in F, ed in G. Questi ultimi due fori aprono, disserrandosi colle lor chiavi, comunicazione fra li tre vasi; di maniera che quello ch' è nel mezzo essendo pieno d' acqua od altro liquore, quei de' fianchi insieme, o l' un senza l' altro, possono empirsi per lo fondo: i due fori D, E servono ad evacuare nella cassa i vasi laterali, ed anche quello di mezzo, se le comunicazioni sono aperte. Il capitello del vaso grande porta uno stilo di bilancia con due piccoli bacini, che si possono levare quando bisogna, e sotto i quali stanno due uncinetti, che girano, *h*, *k*, ai quali sospendonsi i corpi, che un vuol pesare ne' vasi laterali, ai quali corrispondono.

Quest'

Queſt' iſtrumento fornito di tutti i pezzi, che ne dipendono, s' adopera comodamente, e ſenza cauſare immondezze per far tutte le ſperienze, che riferiſconſi a queſt' ultima parte dell' idroſtatica. Ma per non ripetere più volte la medeſima figura, non riferiremo per cadauna eſperienza ſe non le coſe neceſſarie al fatto, che ſi averà tra mani, ſupponendo il reſto, come poc' anzi ſi è da noi deſcritto.

Per la prova della noſtra ſeconda Propoſizione, eſſendo il vaſo B quaſi pieno d' acqua, vi ſi tuffa una picciola palla d' avorio ſoſpeſa per un filo al braccio della bilancia. Vedi la *Fig. 3.*

EFFETTI.

1°. Se non ſi mette niente nella bacinetta oppoſta a quella, che ſoſtiene la palla ſoſpeſa, queſta palla cade al fondo del vaſe.

2°. Se ſi carica la bacinetta oppoſta per tener la palla in equilibrio nell' acqua, il peſo, che a tal uopo s' impiega, è ſempre molto minore, che quello della palla peſata nell' aria.

SPIEGAZIONI.

La palla d' avorio della noſtra Eſperienza tien luogo d' un volume d' acqua, il quale, ſe ci foſſe, ſarebbe perfettamente in equilibrio con tutte le parti ſimili della medeſima maſſa fluida, ſecondo la quarta propoſizione della prima Sezione. Coteſto volume non potrebbe nè ſmuovere o traportare col ſuo peſo quello di ſotto, nè eſſere ſmoſſo o traportato da quello di ſopra; perchè queſti non avrebbe maggior forza ch' eſ-

ſo per andare a fondo, e quegli n'avrebbe tanta quanta eſſo per reſiſtere alla ſua caduta; ma quando in luogo ſuo vi è un corpo più denſo o più peſante, il volume d'acqua ch' è di ſotto, deve cedere, non già a tutto il ſuo peſo, ma all'ecceſſo, ch' egli ha ſopra di lui; laonde per impedire, che la palla immerſa non cada al fondo, non è biſogno di mettere nel bacino oppoſto un peſo che ſia eguale al ſuo, ma ſolamente una quantità, che pareggi quella, della quale l'avorio ſupera un egual volume d'acqua.

Non occorre immaginarſi, che un corpo, il quale affonda ſott'acqua, creſca nel peſo per l'aumento della colonna, ch'egli laſcia ſopra di sè. Imperocchè il peſo di queſta colonna è ſempre contrabbilanciato dalla reſiſtenza di quella, ch' è di ſotto, e queſta reſiſtenza è ſoſtenuta dalla preſſione delle colonne vicine, che pareggiano in altezza quella, che peſa ſul corpo immerſo. Queſti è dunque ſempre in equilibrio riſpetto alle due preſſioni di ſopra e di ſotto; e s' egli cade, ciò è, perchè ha, in virtù d' una maggior quantità di materia, la forza di ſmovere di luogo continuamente una quantità di liquore, che non gli è equale ſe non nel volume.

L' accelerazione, che ſi oſſerva nella caduta de' gravi, non può dunque eſſere attribuita, come hanno preteſo alcuni Filoſofi al fluido, la cuï altezza ſi aumenta al di ſopra di eſſi ſecondo che cadono; oltre a che, queſt' aumentazione di altezza dalla parte del fluido non corriſponde a' progreſſi dell' accelerazione de' corpi, che ubbidiſcono alla loro gravità, nè alla natura della gravità, che affetta i corpi in ragio-

gione della loro massa, e non in ragione del loro volume.

CONSEGUENZA.

Segue dalla proposizione finora provata, che un corpo, qualunque egli sia, non cade, o non tende mai a cadere con tutta l' intensione della sua gravità assoluta; imperocchè in qualunque luogo che succeda la sua caduta, egli è sempre immerso in un mezzo materiale, di cui smove e traporta un volume simile al suo; e però, siccome alla palla d' avorio della nostra Esperienza non gli resta per gire dall' alto al basso, fuorchè la sua gravità rispettiva: le gocce di pioggia, i grani di tempesta, i fiocchi di neve non discendono verso la superfizie della terra, se non in quanto eccedono nel peso la quantità d' aria, di cui occupano il luogo. Essendo l' aria un fluido molto leggiero, la gravità rispettiva dei corpi, ch' ella circonda da tutte le parti, poco differisce dalla loro gravità assoluta: tuttavolta se ne scorge la differenza, allorchè si pesa un medesimo corpo successivamente nell' aria, è nel vuoto, come nell' Esperienza seguente.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Dispongasi in un largo recipiente una bilancia mobile e giustissima in così fatta guisa, che si possa sollevarne l' asta con tirare l' ansa o manico 1. *Fig.* 3. Prima di fare il vacuo con la macchina pneumatica, convien aver messa in equili-

 brio

brio una picciola palla di piombo da una parte; e dall' altra una grossa palla cava di carta, ed avvertire, che questi due corpi non posino sopra niente d' umido o di grasso, che possa impedire gli effetti naturali della gravità, quando si leva la bilancia.

EFFETTI.

La palla di carta, che nell' aria era in perfetto equilibrio col piombo, trovasi più pesante di esso nel vacuo.

SPIEGAZIONE.

La palla di carta nell' aria ha solamente la sua gravità rispettiva da opporre al piombo: nel vuoto ella gode della sua gravità assoluta, non essendo sensibilmente sostenuta da alcun fluido. Ora la gravità assoluta è sempre maggiore, che la gravità rispettiva; poichè questa è solo un residuo di quella. Si può rispondere, che il piombo nel vuoto ritorna anch' egli alla sua gravità assoluta; ma vedrassi fra poco (e si potrebbe già scorgerlo in qualche modo) che quando i volumi in equilibrio differiscono fra essi, come quei che abbiamo adoperati, quello che ricuperano della lor gravità, quando cessano d' essere immersi, non è eguale da una parte, e dall' altra.

APPLICAZIONI.

Se l' immersione riduce i corpi ad una gravità rispettiva, sempre minore che la loro gravità assoluta, le forze, che li sostengono, non hanno

più

più bisogno d' essere tanto grandi, quanto esser dovrebbono, se non fossero immersi. Perciò ben si scorge questa differenza, allorchè si trae fuori dell' acqua qualche massa d' un volume considerabile. I pescatori, che hanno ben empiuta la rete, non temono di romperla, se non quando la sollevano dall' acqua nell' aria: si salva senza fatica una persona, ch' è in pericolo d' annegarsi, quando si può afferrarla per la parte anche più fragile delle sue vestimenta; un ajuto simigliante non basterebbe ad uno, che fosse in atto di cadere per una finestra: la ragione si è, perchè un uomo nell' acqua non ha talor più d' una lira, o due di gravità rispettiva, e n' ha bene spesso più di 130. nell' aria.

III. PROPOSIZIONE.

Quello, che un solido immerso perde del suo peso, è uguale al peso del volume di liquore traportato dal suo luogo.

Abbiamo veduto dalle prove della proposizione antecedente, che un corpo immerso perde una parte del suo peso durante l' immersione: con questa vogliamo dar a conoscere, qual sia questa quantità del suo peso, che gli manca mentre egli è immerso; e secondo il nostro asserto, se il volume di liquore traportato dal suo luogo, e sospinto pesa due oncie, ed il corpo immerso ne pesa quattro, questi perde la metà del suo peso; e la forza, che s' impiegherà per impedire, ch' egli non cada al fondo del vase, non averà più da sostenere se non due oncie.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

L *Fig.* 2. è un piccolo cilindro ſolido di metallo, capace di puntualmente riempire il picciolo vaſo M, ſotto il quale è ſoſpeſo. Attaccaſi tutto, e metteſi in equilibrio col peſo N all' aſta della bilancia, e ſi fa venir dell' acqua nel vaſe A, ſin che il piccol cilindro ſia interamente immerſo.

EFFETTI.

Con l' immerſione del corpo L il peſo N diventa troppo peſante, e l' equilibrio ceſſa; ma ſi rimette, dacchè riempieſi d' acqua il picciol vaſo M.

SPIEGAZIONI.

Il piccolo cilindro, dacchè è immerſo, diventa troppo leggiero, perchè l' immerſione gli toglie una parte del ſuo peſo; ma come quella quantità, che gli manca, è eguale nel peſo al volume d' acqua da sè traportato, o ſmoſſo di luogo, l' equilibrio ſi rimette, quando ſi carica il braccio della bilancia con una quantità d' acqua, che ha la ſteſſa grandezza che il corpo immerſo. Queſta propoſizione, così da noi provata, ha molte conſeguenze, che quì dedurremo.

PRI-

PRIMA CONSEGUENZA.

Poichè il volume di liquore trasportato di luogo misura la quantità, che il corpo immerso perde del suo peso, segue, che, date eguali quantità di materia, quanto più grandi sono i corpi, tanto più perdono del loro peso con l' immersione. Una lira d' avorio sarebbe dunque più sostenuta nell' acqua, che una lira di marmo; la gravità rispettiva sarebbe differente in entrambi, quantunque queste due materie fossero immerse nel medesimo fluido.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Mettete in equilibrio nelle braccia della bilancia una palla d' avorio, ed una palla di piombo; e fate venir l' acqua nei due vasi, ai quali detti due corpi corrispondono, *Fig.* 4.

EFFETTI.

Subito che vi è tant' acqua ne' vasi, che basta per sommergere le due palle, l' asta della bilancia non può più rimanere in una situazione orizzontale, il piombo traporta l' avorio.

SPIEGAZIONE.

Ciascuno di questi due corpi perde una parte del suo peso nell' acqua, ma queste quantità perdute sono ineguali fra esse; imperocchè sono pro-

porzionali ai volumi d'acqua traportati di luogo, e il piombo ne traporta meno che l' avorio: questi perde dunque più che l' altro del suo primo peso, il che rompe l' equilibrio.

APPLICAZIONI.

Il piombo, il ferro fuso, il rame sono le materie comunemente praticate per far pesi di bilancia. Questi metalli hanno per ordinario molto meno di volume, che i corpi, coi quali si mettono in equilibrio; ma per fare questo equilibrio nell' aria, ove si pesano sempre le mercanzie, bisogna supplire con una maggior quantità, all' inegualità della perdita che fanno due corpi pesati nel medesimo fluido, quando le loro grandezze sono ineguali: così il mercante dà più di una lira di piuma, quando la pesa a rincontro d' una lira di piombo; imperocchè queste due materie nell' aria non hanno se non la lor gravità rispettiva; vale a dire, che cotesto fluido toglie loro una parte della lor gravità assoluta, e ne toglie più a quella delle due, che ha più volume; di maniera che se si riportasse la bilancia carica nel vuoto, bisognerebbe necessariamente levar via della piuma per conservar l' equilibrio. Il mercante dunque s' avvantaggia, se riduce al più picciol volume, ch' è possibile, quello ch' egli vende a peso; e se le materie preziose, come il diamante, si pesassero sotto volumi, che portasse la spesa di considerare, come grandi, più si guadagnerebbe a venderle al peso di ferro, che al peso d' oro o di piombo, particolarmente quando l' aria, nella qual fosse la bilancia, diventasse più densa.

II. CON-

II. CONSEGUENZA.

Segue inoltre dalla terza proposizione, che quanto più il volume di liquore mosso e sospinto è materiale, tanto più il corpo immerso vien sostenuto: così la gravità rispettiva d' un medesimo corpo dopo l' immersione debb' essere tanto maggiore, quanto il liquore è men denso.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Tengonsi in equilibrio sù le braccia della bilancia due picciole palle d' avorio eguali in grossezza; empionsi d' acqua i due vasi, ai quali elleno corrispondono; quindi vuotato uno dei due, si sostituisce all' acqua, ch' egli conteneva, dell' acquavite, o dello spirito di vino, *Fig.* 5.

EFFETTI.

1°. Finchè i due vasi sono pieni del medesimo fluido (d' aria, o d' acqua) l' equilibrio sussiste tra le due picciole palle immerse.

2°. Quando una di esse si tuffa nell' acqua, e l' altra nello spirito di vino, o nell' acquavite, questa trasporta la prima.

SPIEGAZIONI.

I volumi di liquori smossi e sospinti dal loro luogo, essendo misurati da corpi d' eguali grandezze, e questi volumi essendo presi nel medesimo li-

liquore, sono perfettamente simili tra essi, avutosi riguardo alle loro quantità di materia, e per conseguenza resistono egualmente ai corpi immersi, che hanno da sostenere; e però che queste due palle hanno gravità assolute molto eguali fra loro, la lor immersione nella stess' acqua toglie quantità eguali a quantità eguali, i residui sono eguali, e l'equilibrio sussiste. Ma quando l'una delle due palle è immersa in un liquore meno denso dell'acqua, ella è men sostenuta, perde meno del suo primo peso, la sua gravità rispettiva è più grande, e la vince sù l'altra.

III. CONSEGUENZA.

Essendo che la densità è più, o men grande, non solo in fluidi differenti, ma nel medesimo fluido ancora, in cui ella variar può per lo freddo, per lo caldo, o d'altra guisa; ed alle stesse variazioni essendo soggetti i solidi, che s'immergono, avvenir può, che la gravità rispettiva d'un medesimo corpo varj, quantunque nel medesimo liquore.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Figura 6.* rappresenta una piccola caraffa di vetro piena di spirito di vino, e dentro la quale s'è chiusa una figurina di smalto, che ordinariamente sta sollevata; perchè è più leggiera d'un simil volume del liquore, nel quale si sta: la caraffa mette capo in un bagno maria, che

che fassi riscaldare col mezzo d'una lampanetta accesa di sotto.

EFFETTI.

Quando lo spirito di vino ha ricevuto un certo grado di calore, vedesi discendere la picciola figura al fondo della caraffa; e quando il liquore è raffreddato, ella rimonta.

SPIEGAZIONE.

Il calore dilata tutti i corpi, come lo farem vedere parlando dell'azione del fuoco. Lo spirito di vino, che s'è scaldato, è dunque meno denso, di quel che fosse, essendo più freddo. Ma se la massa totale di questo liquore occupa uno spazio più grande di prima, bisogna, che le sue parti sieno più rare, più scostate l'une dall' altre; in somma meno di queste parti vi ha nel volume misurato dalla figura di smalto; e per conseguenza non è più capace di sostenerla: va ella al fondo della caraffa, e vi resta, sin che le cose sono in questo stato; ma quando lo spirito di vino si raffredda, le sue parti si ravvicinano, si condensano; ed il volume, che corrisponde alla picciola figura, crescendo di materia, e di peso per conseguenza, diventa in istato di sostenerla e sollevarla. Vero è, che il medesimo calore, che dilata il liquore, dilata pure la figura di smalto; ma la dilata meno, e questo basta per far nascere gli effetti, che abbiamo spiegati.

VIII. ES-

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Il rafe rapprefentato dalla *Fig. 7.* è una fpezie di lunga bottiglia di vetro, elevata fopra una zampa, o bafe della fteffa materia; ella è ripiena d'acqua, e fe fi vuole, che l'inverno ella non fi geli, vi fi può mettere un terzo di fpirito di vino. Otturafi con un pezzetto di vefcica ammolata, la quale fi diftende sù l'orifizio, e fi ferma attorno del collo con un filo. In quefta bottiglia v'è una figurina cava di fmalto più leggiera, che il liquore, e appiè della quale s'è a pofta fatto un picciol buco, quafi per paffarvi un ago.

EFFETTI.

1°. Quando colla cima del dito fi preme sù la vefcica, la figurina difcende al fondo della bottiglia, ed ivi refta fin che la medefima preffione fuffifte.

2°. Se fi preme un po' men forte, o fi ceffa di premere, ella fubito rimonta.

3°. Se fi modera la preffione, quando la figura è in iftrada per difcendere, ftaffene ella a quel fegno, che fi vuole.

4°. Se fi preme la vefcica a maniera di fcoffe, la figura va faltarellando in giro, e volgendofi fopra sè fteffa.

Quefti effetti fono i medefimi, quando fi rovefcia la bottiglia, e fi fa la preffione di giù in sù; quindi è, che quefta fperienza fi può altrui

mo-

mostrare con cert'aria di mistero, schierando più tubi in un telajo, e facendo la pressione necessaria sopra i loro orifizj in una maniera nascosta agli occhi de' riguardanti, o per via di lieve, che hanno corrispondenza o rimando, o per via di cordicelle nascoste nella grossezza del legno, o in altra guisa. Vedi la *Fig.* 8.

SPIEGAZIONI.

I liquori, o non si comprimono, o si comprimono difficilmente, come abbiamo insegnato nella seconda Lezione. L'aria al contrario è un fluido flessibile, e che si può comprimere con molta facilità; il che proveremo altrove. La picciola figura cava di smalto è ripiena d'aria, ed è immersa nell'acqua. Ella è dunque piena d'una materia compressibile, e circondata da un'altra, che non è tale. Quando si preme col dito sù la vescica, premesi tutta la massa dell'acqua, ch'è nel vase; la colonna, che corrisponde al forellino da noi mentovato, non potendo rientrare in sè stessa a cagione della sua inflessibilità, porta tutto lo sforzo, ch'ella riceve dalla pressione, contro l'aria ch'è nella figura; e però che questo fluido lasciasi comprimere, e restrignere in un minore spazio, egli cede all'acqua una parte di quello ch'egli occupa: allor la figura di smalto è più pesante di quel ch'ella era; imperocchè la si dee considerare, come un composto di smalto, d'aria più condensata, e d'un poco d'acqua intromessa. Se il tutto insieme è più pesante, che il volume d'acqua corrispondente, egli va al fondo; rimonta al contrario, quand'è più leggiero, cioè, quando una minor pressione spinge meno d'acqua nella

la figura, o si lascia all'aria compressa la libertà di rispignere colla sua molla, quella ch'è entrata: e facilmente si capisce, che regolando col dito questa pressione, si ritien nella figura una quantità d'acqua tale, che il tutto insieme sta in equilibrio nella massa. Finalmente essendo il forellino, per ove può l'acqua entrare od uscire, fatto in una delle due gambe; cioè sul fianco di questo picciolo corpo immerso, se il fluido, che vi passa, è spinto e rispinto con gran velocità, l'impulsione obliqua dee far girare la figura sopra sè stessa; imperocchè essendo così sospesa nell'acqua, è lo stesso, che se fosse mobile sopra due perni, o sopra un asse.

Questa figura diventa dunque ora più leggiera, ora più pesante del liquore, in cui è immersa, non perchè il volume d'acqua corrispondente muti densità; ma perchè il corpo immerso diventa egli medesimo alternativamente più denso, e più leggiero di materia senza cambiar volume.

APPLICAZIONI.

Siccome di tutti gli animali, che respirano l'aria, alcuni stannosi sù la superfizie della terra, ed altri sollevansi nell'atmosfera, ed ivi a lor talento si muovono; così di quelli, che abitano l'acque, ve n'ha quantità di spezie, che non lasciano mai il fondo; e parecchi altri al contrario, che si sollevano da giù in sù, e che discendono con eguale facilità, quando il lor bisogno lo esige. Nella più parte di quest'ultimi ritrovasi una doppia vescica piena d'aria, che ci muove a credere, che il pesce con l'ajuto di questo fluido elastico aumenti, o diminuisca il volume del

suo

ſuo corpo, quando vuole alzarſi, o diſcendere; imperocchè dopo ciò, che di ſopra ſi è detto, ben s'intende, che l'animale creſcendo in grandezza ſenza creſcere di materia può divenire più leggiero, che il volume d'acqua, al quale corriſponde attualmente; e che al contrario s'egli diminuiſce il ſuo proprio volume, ſoſpingne e muove dal ſuo luogo men d'acqua, e può a queſto modo renderſi più peſante del fluido, che alla ſua caduta ſi oppone.

Veriſimile ancora più ſi rende queſta ſpiegazione, perchè ſe ſi dilata l'aria della doppia veſcica, mettendo il peſce nel vuoto, finchè un tale ſtato dura, egli fa degli sforzi vani per gire, o per reſtarſene al fondo dell' acqua; ma ſuo malgrado nuota ſulla ſuperfizie; e prova un effetto affatto contrario, allorchè ſe gli è tolta coteſt'aria interiore, o facendo crepare la doppia veſcica, o vuotandola in parte.

Gli animali, che ſi annegano, vanno prima al fondo dell'acqua, perchè ſono più peſanti di eſſa; ma da lì a qualche ſpazio di tempo ſi vedono di nuovo comparire a galla, e comunemente queſte comparſe ricominciano più volte. La ragion è, perchè coteſti cadaveri alternativamente diventano più peſanti, e più leggieri del volume d'acqua, a cui corriſpondono. L'animale ſoffocato nel fondo d'un fiume ſi corrompe in pochi giorni: la corruzione non è altro, che un traportamento o cambiamento di luogo delle parti d'un corpo; ed allorchè ſi fa un generale movimento nelle parti d'un compoſto, il ſuo volume creſce. Un tal corpo dunque galleggia, perchè ſenza avere più di materia ha più di grandezza, e corriſponde a un volume d'acqua più

pe-

pesante di sè. Questa è una cosa, che non può ignorarsi da quelli, che hanno avuto occasione di vedere tai corpi, che così sù l' acqua ritornano. Si sarà da loro osservato, ch' eglino son sempre gonfiati, e tesi come palloni; ma se restano qualche tempo così tra l' acqua, e l' aria, la corruzione cresce, si fanno delle dissoluzioni e delle evacuazioni, che occasionano un avvallamento nelle parti più solide, le quali van raccostandosi così che il volume totale scema, e corrisponde a minor quantità d' acqua, che non è più idonea a sostenerlo; e se dopo questa nuova sommersione qualche altra fermentazione vien di nuovo a gonfiare il cadavere notabilmente, egli si vede ricomparire di nuovo.

Un corpo, qualunque egli sia, non ha bisogno, che il suo volume sia aumentato per sopranuotare in un fluido; basta, che sia unito a qualche altra materia più leggiera del fluido, in cui è immerso, e che il tutto insieme pesi meno che il volume corrispondente. Coloro, che imparano a nuotare, guernisconsi il corpo con vesciche piene d' aria, o con delle zucche vuote. Questi ausiliarj volumi li mettono in istato di sostenersi più facilmente sù l' acqua; ma con tutte le cautele sì fatte i mal destri corrono molto rifico nè più, nè meno; imperocchè, per annegarsi, basta aver la bocca, ed il naso nell' acqua; e colui, il quale non sapesse tenersi sempre in una situazione comoda a lasciargli respirar l' aria, perirebbe anche prima di andare a fondo.

Se per nuotare a primo tratto e senza disciplina hanno gli altri animali qualche vantaggio sopra l' uomo, non penso, ch' e' ne sien tenuti,

come

come da alcuni è ſtato detto, all' ignoranza del pericolo, o alla mancanza di rifleſſione. Quando un cavallo, un bue, un cane ſi trova in neceſſità di nuotare, qualunque ſia la maniera, in cui egli giudichi del ſuo ſtato, io duro fatica a perſuadermi, che non ne ſenta il pericolo. Io gli vedo fare tutto quello, che un uomo imitar vorrebbe in caſo ſimile; e dacchè è giunto a terra, egli dà ſegni di allegrezza, e ſi diporta con certi riguardi e cautele, che provano abbaſtanza la paura ch' egli ha avuta. Ma la ragione, perchè un quadrupede ſi ſalva a nuoto più facilmente, ſi è, a mio credere, perchè il ſuo peſo, che tende ad affondarlo, non muta niente nella ſua natural poſitura; e quando anco il reſto del corpo foſſe intieramente immerſo a fior d' acqua, la ſua teſta ſtaſſene tuttavia fuori d' acqua ſenza un grande sforzo. Dell' uomo non è così: il luogo del ſuo corpo il più peſante, e quello, che primo s' immerge, è verſo la teſta, e quand' egli nuota sì che non vada a fondo, ha da avvertire qualche altra coſa, e ha da fare degli altri sforzi per iſchivare di aver nell' acqua il viſo: quindi i nuotatori in iſchiena più che in altra maniera ſtanno agitati e comodi.

Queſta ſpiegazione, della quale mi ſervo nelle mie Lezioni ha già nove anni, vieppiù mi pare probabile; perchè trovaſi conforme a quella d' un uomo dotto, a cui sì di facile non ha potuto giungere la notizia de' miei pareri in Fiſica, e che del ſuo proprio fondo è ricco abbaſtanza, nè può ſoſpettarſi, che approprj a sè i penſieri altrui. Queſti è M. Bazin, Dottore in Medicina a Strasburgo, degno corriſpondente di M. de

Reaumur dell' Accademia delle Scienze, ed autore di molte opere di Fisica giustamente applaudite, il quale ha dato alle stampe nel 1741. un volume in ottavo, dove trovasi una Dissertazione assai curiosa circa la differenza, che vi ha tra l' uomo, e le bestie rispetto alla facilità di nuotare. Il Lettore, che averà vaghezza d' addottrinarsi appieno su questa materia, troverà nello scritto citato di che appagarsi.

Se le zucche, o le vesciche piene d' aria ostano all' affondamento ed alla sommersione d' un uomo; mezzi somiglianti adoperati convenevolmente possono sollevare, e condurre alla superficie dell' acqua de' corpi sommersi, ai quali si fossero aggiunti. Quando un vascello ha rotto su la rena, od è incagliato, per rimetterlo all' acqua, gli si attaccano nel tempo della bassa marèa alcune casse grandi fortissime, e i volumi delle quali sono proporzionati al peso del vascello, ed allo sforzo, che si giudica necessario per distaccarlo. Nella marèa crescente, se il volume d' acqua, che corrisponde a tale aggregato o composto, pesa più di esso, non manca di trasportarlo, e di metterlo in istato d' esser tirato a riva.

Quando questa operazione si debbe fare in siti, dove non vi ha marèa; cioè dove la superficie dell' acqua resta sempre alla medesima altezza, si empiono d' acqua le casse, che si vuole unire al vascello, per farle affondare più giù che sia possibile, senza però sommergerle; e quando sono attaccate, si vuotano con delle trombe per render loro la primiera leggerezza che avevano, e cui debbono partecipare al corpo arenato; e tal metodo ha l' istesso effetto, che

che il primo, se si saranno osservate le proporzioni necessarie.

La più difficile di tali operazioni si è passare le corde, o gomene sotto il vascello arenato, massimamente quando vi è stato da lungo tempo, e che la sabbia, ed il limo vi si sono attorno indurati, e considerabilmente accumulati. Questa difficoltà è stata superata, non ha guari, con molto coraggio e assai ingegnosamente dal Sig. Goubert Uffiziale delle navi del Re, che sa accoppiare al più esperimentato valore la sagacità de' più abili Ingegneri, e ch' è finalmente venuto a capo di portar a galla un de' vascelli, i quali sono periti nel 1702. nell'acque di *Vigo* in Spagna; intrapresa, ch'era stata tentata inutilmente, e con grave dispendio da molte Compagnie formate in Francia, ed altrove. E' peccato, che da una sì bella e felice riuscita non abbia il Signor Goubert riportato altro che applausi, le speranze delle quali egli potea lusingarsi, erano senza riparo andate a vuoto, ed avean, dirò così, rotto in un col vascello. Non è da dubitare, che all' aspetto del naufragio erano stati tolti tutti gli effetti; perocchè non vi si trovò niente, che risarcir potesse gl' Impresarj delle grandi spese, alle quali gli ha impegnati tale opera.

IV. PROPOSIZIONE.

Se il corpo solido è men pesante, che un egual volume del liquore, nel quale egli è immerso, galleggia in parte; e quel, che ne rimane immerso, misura una quantità di liquore, che pesa, quanto il corpo intero.

IX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Il vaſe rappreſentato dalla *Figura* 9. è di vetro, quaſi cilindrico, e guernito abbaſſo d' un foro, o condotto di comunicazione colla ſua chiave; vi ſi mette dell' acqua appreſſo a poco ſino a due terzi, dove ſi fa un ſegno; quindi vi ſi tuffa una palla di cera ben rotonda, e quaſi così groſſa, come il vaſe è largo; queſta immerſione innalza la ſuperficie dell' acqua; per lo foro, o ſia chiavetta, ſi detrae tant' acqua, quanta baſta per far sì che la ſuperficie s' abbaſſi fino al ſegno, dov' ella era in primo luogo; ſi leva via la palla di cera, ſi aſciuga, e ſi peſa a rincontro della quantità d' acqua, che s' è tolta dal vaſe.

EFFETTI.

La palla, e coteſta quantità d' acqua, ſono reciprocamente in equilibrio fra loro; o ſe ciò non ſi fa a rigore, così poco vi manca, ch' è facil coſa vedere, che queſta piccola differenza naſce da un difetto d' eſattitudine nell' operazione; imperocchè baſta per ciò, che cavando l' acqua dal vaſe ne ſieno uſcite alcune goccie di più, o di meno del biſogno.

SPIEGAZIONE.

La palla di cera immerſa non affonda intieramente ſott' acqua, perchè è un poco più leggiera;

giera; ma la più gran parte, che resta immersa, sospigne una quantità d'acqua che s'alza al di sopra del segno. Quando s'apre il foro, e per esso si fa derivar dell'acqua fuor del vaso, sinchè la superficie ritorni a questo medesimo segno, si è certo d'avere la quantità ch'è stata sospinta per l'immersione della palla; e poichè questa quantità d'acqua fa equilibrio con la palla intera, non è questa una prova, che *la parte immersa misura una quantità di liquore, che pesa, quanto il corpo intero*, come l'abbiamo asserito nella nostra Proposizione?

CONSEGUENZE.

Segue dalla Proposizione precedente, 1°. Che d'un corpo, che sta a galla, la parte immersa è tanto più picciola, quanto è più denso il liquore, o quanto è men pesante il corpo immerso.

2°. Che vi ha sempre una parte immersa, quando il solido, che riposa sul liquore, ha un peso ed una grossezza sensibile. Imperocchè, se è pesante, come si suppone, vi abbisogna qualche cosa che gli faccia equilibrio; e ciò che fa questo equilibrio, è il volume di liquore sospinto, come provato abbiamo nell'ultima Esperienza.

X. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un picciolo vase lungo e stretto, empiuto di qualche liquore fino a' tre quarti della sua capacità *Figura* 10. s'immerge una bottiglietta

di vetro ſottiliſſima, che ha un collo lungo diviſo in gradi, ed è nel fondo raſſodata con una ſpezie di zavorra; cioè con un poco di mercurio, ſicchè ſtia facilmente in una direzione perpendicolare.

EFFETTI.

Queſta bottiglietta a collo lungo, che ordinariamente è chiamata *Areometro*, o ſia *Peſaliquori*, affonda più, o meno nel vaſe, ſecondo ch' egli è ripieno di un liquore più, o men denſo; vale a dire, ella diſcende più profondamente nel vino, che nell' acqua, e nell' acquavite ancora più che nel vino. E ſe ſi mette ſu la ſommità del ſuo gambo qualche lametta di metallo, queſt' *Areometro* affonda più addentro, benchè nel medeſimo liquore.

SPIEGAZIONI.

La parte immerſa dell' *Areometro* ſolleva tanto liquore, quanto ne biſogna per fare equilibrio all' iſtrumento intiero. S' egli peſa un' oncia, per eſempio, ſolleva meno d' acqua, che di vino, quanto al volume, perchè è meſtieri di maggior quantità di vino, che d' acqua per lo peſo d' un' oncia; e però ch' egli non ſolleva il liquore ſe non affondando, dee dunque tanto più addentro immergerſi, quanto il liquore è più leggiero.

Se ſi creſce il peſo dell' *Areometro* con la giunta di qualche laminetta di metallo, o in altra guiſa, egli affonda ancor più nel medeſimo liquore; perchè allora ne abbiſogna una maggior quantità per fargli equilibrio.

AP-

APPLICAZIONI.

Poichè tutti i corpi, che fiottano, ſiccome l' abbiam fatto vedere coll' Eſperienza dell' *Areometro*, affondano più, o meno, ſecondo la denſità del fluido; una barca carica in mare averà dunque meno parti fuori dell' acqua, ſe viene ad imboccare un fiume; imperocchè l' acqua ſalſa peſa più, che l' acqua dolce, e i Nuotatori affermano, che ne ſentono la differenza. Deeſi dunque badare a queſto effetto, e non prendere il carico sì grande, che far ſi potrebbe, ſe ſi prevede d' aver a paſſare per un' acqua men caricata di ſale di quella, in cui ſi fa l' imbarco.

Vedute ſi ſono talvolta delle Iſole *natanti*; cioè, delle porzioni di terra conſiderabili, le quali ſtaccandoſi dal continente, e trovandoſi meno peſanti dell' acqua, ſoſtengonſi ſu la ſuperficie, e fiottano in balìa de' venti. L' acqua mangia di ſotto a poco a poco certi terreni più che altri, idonei a diſſolverſi; tali eſcavazioni s' aumentano col tempo, e ſi ſtendono da lontano; la parte di ſopra reſta legata per le radici delle piante e degli alberi, ed il ſuolo o terreno non è d' ordinario, che una terra bituminoſa, leggiera di modo che queſta ſpezie di croſta è meno peſante, che il volume d' acqua, ſopra il quale ella è ricevuta, quando uno od un altro accidente la diſtacca dalla terraferma, e la fa ondeggiare.

L' eſempio dell' *Areometro* moſtra, che non fa d' uopo per galleggiare ſu l' onde, che il corpo natante ſia d' una materia più leggiera dell' acqua. Imperocchè queſto iſtrumento non ſi ſo-

ſtiene in virtù del vetro, o del mercurio, di cui è fatto, ma ſolamente perchè egli ha, con poca ſolidità un volume conſiderabile, che corriſponde ad una quantità d'acqua più peſante. Quindi potrebbeſi far delle barche di piombo, o d'altro metallo, le quali non affonderebbono. Ed in fatti, i carri d'artiglieria portano bene ſpeſſo dietro agli Eſerciti certe, le direm, gondole di rame, che ſervono a ſtabilir dei ponti per lo paſſaggio delle Truppe.

Della Bilancia Idroſtatica, e de' ſuoi Uſi.

La Bilancia Idroſtatica, che abbiamo adoperata nell'Eſperienze precedenti, è un iſtrumento comodiſſimo per conoſcere la gravità ſpecifica de' fluidi e de' ſolidi, che poſſono eſſere immerſi ſenza diſcioglierſi, e ſenza mutar volume. Non poſſiamo gran fatto diffonderci ſopra i ſuoi uſi, perchè sì fatti diviſamenti oltrepaſſano i limiti, che ci ſiam preſcritti in queſt' Opera: i curioſi di ſaperli, potran leggere ciò che ne hanno ſcritto il Boyle, e dopo lui Cotes, Deſaguilliers, s' Graveſande ec. a noi baſterà far vedere, che gli effetti di queſta bilancia ſono mere applicazioni de' principj di ſopra poſti; e ci riſtrigneremo ad alcuni eſempj, che baſteranno per provarlo.

PRI-

PRIMO USO.

Conoſcere la gravità ſpecifica d' un Liquore.

LA gravità ſpecifica d' una materia è il peſo, ch' ella ha ſotto un noto volume; e ciò pur anche ſi chiama la ſua *Denſità*. Un ſolido intieramente immerſo ſoſpigne, o muove del ſuo luogo un volume di liquore eguale a sè. S' averà dunque la ſoluzione del problema, ſe ſi preſenterà un mezzo di conoſcere il peſo di queſto volume ſoſpinto. Ora la quarta Eſperienza ci ha inſegnato, che queſto peſo è preciſamente quello, che il ſolido perde con la ſua immerſione; quindi ſi procederà nella maniera ſeguente.

Abbiate in pronto un corpo ſolido, che poſſa immergerſi ſenza cambiar di volume, e ſenza ammettere il liquore ne' ſuoi pori, e. g. del vetro: un cotal corpo può eſſere sferico, cilindrico, cubico, ec. come vorrete. Soſpendetelo con un capello, con una crena, al braccio della bilancia per conoſcere a prima giunta la ſua aſſoluta gravità; fatelo poi immergere intieramente nel liquore: l' equilibrio ſarà toſto rotto per coteſta immerſione; quello che doverete aggiugnervi per rimettere l' equilibrio, ſarà appuntino il peſo del volume di liquore, che è ſtato ſoſpinto dal corpo immerſo. Se queſto corpo era un cubo d' un pollice, e ſe dopo averlo immerſo vi aveſte per ſervar l' equilibrio aggiunto 4 groſſi, conchiuder ne dovrete, che un pollice cubico del liquore peſa 4 groſſi, od una mezza oncia.

Si può opporre contro l' eſattezza dell' eſpoſto metodo, che la gravità di queſto cubo di vetro, pe-

pesato all' aria, non è la sua gravità assoluta; poichè l' aria, come fluido ambiente, gli toglie una parte del suo peso; ma il piombo, che lo tiene in equilibrio, soffre una perdita appresso a poco simile, e l' aria è sì leggiera, che la gravità rispettiva, e la gravità assoluta sono sensibilmente le stesse, quando i corpi, che vi sono immersi, hanno volumi di poco momento.

Ma un' attenzione, che non è mai sufficientemente usata in così fatte Esperienze, è questa: che il solido immerso, ed il liquore, ove si fa l' immersione, non varino di densità durante la operazione. Imperocchè, se il liquore si condensa, ovvero il volume del solido cresce, o scema, ne risulterà dello sbaglio; ed è possibilissimo, che tal variazione succeda pel caldo, pel freddo; e perchè forse si giudicherà dello stato d' un liquore dal suo nome senza badare, che tutto quello, che acqua comune si chiama, o spirito di vino, od altro ec. non è sempre d' una densità eguale.

Per rimediare ad una parte di tali inconvenienti, io vorrei, che in vece d' immergere un corpo solido di vetro si adoprasse una palla cava, terminata da un tubo capillare, e ripiena di mercurio, come un termometro: con tal mezzo si potrebbe assicurarsi del grado di densità del liquore, almeno di quello, che risulta dal freddo, o dal caldo attuale; e si sarebbe certo nel medesimo tempo, che il volume del corpo immerso non è mutato. Imperocchè, se la temperatura del liquore venisse a cambiarsi, se ne verrebbe avvertito dall' ascesa, o dall' abbassamento del mercurio nel tubo capillare.

II.

II. USO.

Paragonare le gravità ſpecifiche di due Liquori.

QUando ſi è conoſciuta la gravità ſpecifica d'uno de' due, mercè l'uſo precedente, ſi ripete l'operazione sù l'altro, e la differenza de' peſi, che conviene aggiugnere per rimetter l'equilibrio dopo l'immerſione, è altresì la differenza delle loro ſpecifiche gravità.

In queſte così fatte comparazioni biſogna avvertir bene, che il grado di fluidità non c'entri per qualche coſa. Vi ſon de' liquori più viſcoſi, più difficili a dividere, ne' quali l'immerſione del corpo ſolido ſi fa più difficilmente, indepentemente dalla denſità: quando ciò è così, biſogna ricorrere a qualche altra procedura per conoſcere con eſattezza la gravità ſpecifica.

III. USO.

Paragonare le gravità ſpecifiche di due Corpi ſolidi.

CON la quinta Eſperienza abbiam provato, che i ſolidi, le cui gravità aſſolute ſono eguali, ne perdono con l'immerſione quantità proporzionali a' loro volumi.

Mettete dunque in equilibrio nell' aria due pezzi di materie; fateli poſcia immergere in due vaſi pieni del medeſimo liquore. Se i loro volumi ſono eguali, l'equilibrio ſuſſiſterà; perchè le perdite ſaranno eguali da una parte, e dall'al-

tra;

tra; se sono ineguali, il più piccolo volume trasporterà l'altro; e quel che converrà a questo aggiugnere, per rimetterlo in equilibrio, sarà la differenza tra le gravità specifiche dei due.

Se i dati corpi non sono così pesanti, che s' immergano affatto per la lor propria gravità, vi si può aggiugnere de' pesi, che nell' effetto nulla cambieranno, se perfettamente simili saranno di qua, e di là. Ma conviene avvertir bene, che non si attacchino alla superficie de' corpi immersi delle bollicole d'aria, o qualche cosa di pingue, che osti al liquore, e non lo lasci da tutte le parti ben abbracciare il corpo solido; imperocchè i volumi d' essi corpi sarebbono allora aumentati, e la loro gravità ne parrebbe altrettanto diminuita.

IV. USO.

Paragonare la gravità specifica d' un Corpo solido con quella d' un Liquore.

QUando si è pesato un corpo solido nell' aria, ciò che gli resta del suo peso in appresso, quando è immerso nel liquore, è la differenza, che passa tra le gravità specifiche di esso corpo, e del volume corrispondente del liquore. Se, per esempio, un pezzo d'oro pesa 19 grossi nell' aria, e ne pesi sol 18 immerso nell' acqua comune, questo è un segno, che una tale immersione gli toglie $\frac{1}{19}$ del suo peso; e che la gravità specifica dell' acqua è a quella dell' oro, come 1 a 19.

Osser-

Osservazioni sopra l' Areometro, *o sia il* Pesa-liquori.

L' AREOMETRO, che rappresentato abbiamo con la *Figura* 10. è altresì un istrumento, col quale si può conoscere di due liquori qual sia il più pesante; ma se si vuol servirsene per conoscere puntualmente la proporzione de' pesi, bisogna costruirlo, e adoperarlo con certe avvertenze, nelle quali per ordinario si manca, e senza le quali non si può sperarne esattezza.

1°. Bisogna, che i liquori, ne' quali s' immerge l' Areometro, sieno esattamente allo stesso grado di calore, o di freddo; affinchè si possa esser certo, che la lor differenza di densità non viene dall' una di queste due cagioni; e che il volume dell' Areometro non ne ha nè pur egli ricevuta alcuna mutazione.

2°. Che il collo dell' istrumento, sopra il quale sono segnati i gradi, sia per tutto d' una grossezza eguale; imperocchè, s' egli è d' una forma irregolare, i gradi segnati à distanze eguali non misureranno volumi di liquore simili nell' immergersi: sarà più sicuro, e più facile graduare cotesta scala relativamente alla forma del collo, caricando successivamente l' istrumento di più pesi ben eguali, ciascun de' quali produrrà l' affondamento d' un grado.

3°. Si deve aver cura, che l' immersione facciasi perpendicolarmente affatto alla superficie del liquore; altrimenti l' obbliquità impedirebbe il contare con adeguatezza il grado d' affondamento.

4°. Essendochè l' uso di questo istrumento è limi-

limitato a' liquori, i quali poco differiscono tra loro nella gravità, si deve ben por mente, che la parte, che sta a galla, non si carichi di qualche vapore, o sporcizia, donde proverrebbe qualche sbaglio od errore nel computo, tanto più che trattasi di poco considerabili differenze. E quando l'Areometro passa da un liquore all'altro, s'avverta bene, che la sua superficie non porti alcuna tinta, o lieve sopraccoperta, che impedisca l'esatto combaciamento del liquore, in cui egli entra, colla di lui superficie.

5°. Finalmente ad onta di tutte queste cautele riman tuttavia la difficoltà di ben giudicare il grado di affondamento; perchè certi liquori s'applicano meglio, che altri al vetro; ed altri parecchi, quando lo toccano, si sollevano più, o meno al di sopra del livello.

Quando si fa uso dell' Arometro, di cui favelliamo, bisogna prima immergerlo nel liquore men pesante, ed osservare a qual grado s'incontri la sua superficie; quindi s'ha a riportarlo nel più denso, e caricare la sommità dell'asta, o sia del collo di pesi noti, fin a tanto che il grado d'affondamento sia eguale al primo. La somma de' pesi, che si saranno aggiunti per rendere questa seconda immersione eguale alla prima, sarà la differenza delle gravità specifiche tra i due liquori.

Il Sig. Homberg, e dopo lui molti Fisici, si sono serviti per pesare i liquori d'un picciol vase di vetro sottile, che si vede rappresentato dalla *Fig.* 11. a fianco del collo di cotesto vase s'è a posta fatto un tubuletto ascendente, col mezzo del quale han preteso d'empire il vase sempre egualmente; perchè è più facile stimare l'al-

l'altezza giusta del liquore in un picciolo tubo, che nel collo dell' istrumento, che abbia la superficie più estesa. In questa maniera si è creduto di poter sempre misurare de' volumi eguali, de' quali fosse facile conoscere il peso, applicandoli ad una bilancia. Ma noi non possiam dissimulare, che questo metodo è soggetto, come gli altri, a più inconvenienti: il maggiore di tutti si è, che il tubuletto ascendente è molto angusto, e che i liquori non vi si pongono a livello: la maggior parte vi stanno più elevati, come fra poco lo diremo, e quest' eccesso non è il medesimo in tutti.

Parecchi Dotti si son presa la briga d'esaminare le gravità specifiche d'un gran numero di materie, così solide, come fluide, e di ridurle in tavole. Deesi senza dubbio sapere lor grado di tal fatica, di cui ben si conosce la difficoltà, quando si pensa alle attenzioni scrupolose, e al tempo, che sforza è di spendere in tali ricerche, quando diventano necessarie; ma le loro Esperienze, per esatte che state sieno, non ci posson servire di regole inappuntabili, ma riduconsi all' appresso poco. Imperocchè gl' individui di ciascuna specie variano tra essi, quanto alla densità; nè si può dire, che due diamanti, due pezzi di rame, due gocce di pioggia ec. sieno perfettamente simili. Però, quando trattasi di sapere appuntino la gravità specifica di qualche corpo, bisogna metter lui medesimo alla prova; e questo è il solo mezzo di giudicarne. Nel vero ci ha parecchie occasioni, nelle quali è superflua così grande esattezza, ed allora si può riportarsi alle ricerche d'un Fisico valente ed accurato: con tal fine, ed a tal uopo noi abbiam

biam tralaſciato di quì porre una Tavola, ordinata sù l' Eſperienze del Muſchenbroekio, la cui ſagacità ed accuratezza ſono baſtevolmente note.

Le gravità ſpecifiche di tutte le materie mentovate in queſta Tavola ſon paragonate con quella dell' acqua comune; e pigliaſi per acqua comune quella della pioggia in una mediocre temperatura. Così quando ſi vedrà nella Tavola, acqua di pioggia ... 1, 000, oro di coppella 19, 640, aria 0, 001 $\frac{1}{4}$, vuol dire, che la gravità ſpecifica dell' oro più fino è ver quella dell' acqua, come 19 $\frac{1}{2}$ appreſſo a poco verſo 1. e che la gravità dell' aria è quaſi la milleſima parte di quella dell' acqua.

TA-

TAVOLA ALFABETICA

Delle Materie più cognite e volgari, sì solide, come fluide,

Delle quali è stata provata la Gravità specifica.

ABete - - - - - - - - -	0, 550.
Aceto di vino - - - - - -	1, 011.
distillato - - - - - - -	1, 030.
Acciajo flessibile, o non temprato -	7, 738.
Acciajo temprato - - - - - - -	7, 404.
Acqua comune di pioggia - - -	1, 000.
Acqua distillata - - - - - - -	0, 993.
di fiume - - - - - - -	1, 009.
Agata d' Inghilterra - - - -	2, 512.
Alabastro - - - - - - - - -	1, 872.
Allume - - - - - - - - - -	1, 714.
Ambra - - - - - - - - - -	1, 040.
Amianto - - - - - - - - -	2, 913.
Antimonio di Germania - - -	4, 000.
Antimonio d' Ungheria - - - -	4, 700.
Ardosia (Gall. *Ardoise**) - - -	3, 500.
Argento di coppella - - - -	11, 091.
Aria - - - - - - - - - - -	0, 001. $\frac{5}{4}$.
Avorio - - - - - - - - - -	1, 825.
Bismut - - - - - - - - - -	9, 700.
Borrace - - - - - - - - - -	1, 720.
Canfora - - - - - - - - - -	0, 995.

S Car-

* Certa pietra leggiera e bruna, che si sfoglia, ed è in uso in Francia per far tegole da tetti.

Carbone di terra	1, 240.
Cera gialla	0, 995.
Cinabro naturale	7, 300.
artificiale	8, 200.
Corallo roſſo	2, 689.
bianco	2, 500.
Corno di bue	1, 840.
di cervo	1, 875.
Criſtallo di Rocca	2, 650.
d' Irlanda	2, 720.
Diamante	3, 400.
Ferro	7, 645.
Gomma Arabica	1, 375.
Granato di Boemia	4, 360.
di Svezia	3, 978.
Karabe, od ambra gialla	1, 065.
Latte vaccino	1, 030.
Legno del Braſile	1, 030.
di Cedro	0, 613.
Olmo	0, 600.
Guajaco	1, 337.
Ebano	1, 177.
Acero	0, 755.
Fraſſino	0, 845.
Boſſo	1, 030.
Litargirio d'oro	6, 000.
d' argento	6, 044.
Maganeſe	3, 530.
Marmo nero d' Italia	2, 704.
bianco d' Italia	2, 707.
Mercurio	13, 593.
Noci di galla	1, 034.
Oglio di lino	0, 932.
d' olive	0, 913.
di vetriuolo	1, 700.

Oro

Oro ſaggiato di coppella - - -	19, 640.
d'una ghinea - - - -	18, 888.
Oſſo di bue - - - - - - - - -	1, 656.
Pece - - - - - - - - - - -	1, 150.
Pietra ſanguigna - - - - - - -	4, 360.
calaminare - - - - - -	5, 000.
Pietra focaja opaca - - - - - -	2, 542.
traſparente - - - - - -	2, 641.
Rame di Svezia - - - - - -	8, 784.
gittato in forma - - -	8, 000.
Sale del Glauber - - - - - - - -	2, 246.
Ammoniaco - - - - - -	1, 453.
Gemma - - - - - - - -	2, 143.
Policreſto - - - - - - - -	2, 148.
Sangue umano - - - - - - -	1, 040.
Saſſo - - - - - - - - - - -	2, 542.
Scaglie, o guſci d'oſtrica - - -	2, 092.
Solfo comune - - - - - - - -	1, 800.
Spirito di vino rettificato - - -	0, 866.
di trementina - - - - -	0, 874.
Stagno puro - - - - - - - - -	7, 320.
con lega d'Inghilterra -	8, 481.
Talco Veneto - - - - - - - -	2, 780.
Tartaro - - - - - - - - - -	1, 849.
Turcheſe - - - - - - - - - -	2, 508.
Verderame - - - - - - - - -	1, 714.
Vetro bianco - - - - - - - - -	3, 150.
Vetro comune - - - - - - - -	2, 620.
Vino di Borgogna - - - - - -	0, 953.
Vitriuolo d'Inghilterra - - - -	1, 880.

APPENDICE,

Ove si tratta de' Tubi Capillari, e delle cause immediate della fluidità, e della solidità de' corpi.

ARTICOLO PRIMO.

De' Tubi Capillari.

IO metto quì ciò che importa sapere circa i Tubi capillari, come tante eccezioni delle leggi dell' Idrostatica, le quali si sono da noi precedentemente stabilite. Non già ch' io pensi, che sia assolutamente impossibile ridurre a queste leggi generali quello, che vi è di singolare in apparenza in coteste sorte di fenomeni; ma tutto che siesi tal cosa tentata più volte, e da Fisici di prima sfera, non dissimuleremo, esserne ancora dubbioso l' esito, e il da loro detto su questa materia non poter riceversi, che come probabilità, per lo più ingegnose, ma che lasciano sempre delle difficoltà da sciogliere. Altri forse più fortunati nelle loro ricerche troveranno il mezzo di conciliare con principj generalmente accordati quegli effetti, a quali vorrebbesi quasi assegnare cagioni novellamente immaginate, e d' un genere particolare, se non si sapesse, che in Fisica l' im-

l' immaginazione non ha gran peso, se non è sostenuta dall' Esperienza.

Tubi Capillari s' appellano quelli, che sono minuti: possono esser fatti di vetro, o di ogni altra materia capace di contenere i liquori. Questo nome senza dubbio è stato dato ad essi per la rassomiglianza, che possono avere co' capelli, i quali considaransi ordinariamente come piccioli canali, cavi in tutta la loro lunghezza, ed atti a trasmettere certi umori.

Questa comparazione nulladimeno non limita la grossezza de' Tubi capillari a quella d' un capello: quei, che comunemente sono in uso per l' Esperienze, son molto meno minuti; e gli effetti, che a così fatti tubi propriamente appartengono, si lasciano ancora scorgere, quando il loro diametro è eguale a due linee, o due linee e mezza. La loro forma è indifferente affatto: due pezzi di lastra da specchio, i piani de' quali s' accostano parallelamente ad una convenevole distanza, producono gli effetti medesimi, che una serie di piccioli tubi; e tutti i corpi spongiosi, o porosi tanto che ammettano i liquori, possono essere altresì considerati come adunamenti o fasci di canali capillari. Noi quì esporremo nelle seguenti Esperienze ciò che più interessa in questa materia. Nelle preparazioni si vedranno le dimensioni differenti, che aver possono i tubi capillari: le loro proprietà si conosceranno dagli effetti risultanti da cadauna operazione.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In una piccola tazza A B *Fig.* 12. la qual si riempie sucessivamente di diversi liquori, s' immerge il piccolo tubo CD, le due estremità del quale sono aperte, ed il quale si è attaccato sopra una picciola assicella di carton bianco diviso secondo la sua lunghezza in parti eguali.

EFFETTI.

Prima proprità de' Tubi Cpillari.

Dacchè il Tubo è immerso, il liquore si solleva verso D; e se si caccia più entro il tubuletto nella tazza, il liquore ascende altrettanto al di sopra del sito, dove s' era prima fermato: questo effetto è generale per tutti i liquori, uno solo eccettuato, di cui faremo quì appresso menzione.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si procede in questa Esperienza, come nella precedente: i liquori, de' quali si riempie successivamente la tazza, sono l'orina, lo spirito di vino, lo spirito di nitro, l'acqua salata, l'olio di vitriolo. Convien porre cura di far passare dell' acqua netta nel picciolo tubo, ogni volta che si cambia liquore, far sì, che

abbia-

abbiamo tutti la medesima temperatura, e osservare a qual grado ciascuno s' innalza.

EFFETTI.

Seconda proprietà.

Questi liquori s' innalzano nel medesimo tubo ad altezze differenti secondo l' ordine, che segue, cominciando da quelli che ascendono più alto; l' orina, l' olio di vitriolo concentrato, l' acqua salata, lo spirito di nitro, e lo spirito di vino; il che dà a vedere, che i liquori non si sollevano ne' tubi capillari in ragione inversa della loro densità, poichè lo spirito di vino, ch' è più leggiero, è quello di tutti gli accennati liquidi, che si solleva meno.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Nell' acqua colorata s' immergono due tubi della medesima lunghezza, ma che hanno diametri interiormente della metà differenti. *Fig.13.*

EFFETTI.

Terza proprietà.

L' acqua si solleva una volta più alto in quel de' due tubi, che ha il diametro una volta più piccolo; e però che questo effetto segue ognora alla maniera stessa la proporzione mutua de' diamentri, in generale dedur si può, che i liquori

s'innalzano ne' tubi capillari in ragione inversa della loro larghezza; cioè che il liquore v'ascende tanto più alto, quanto eglino sono più stretti.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna ripetere l'Esperienze precedenti, con adoperar del mercurio in vece de' liquori prima usati in esse; ovvero infondere del mercurio in un sifone ripiegato, uno de' rami del quale sia capillare, come lo rappresenta la *Fig.* 14.

EFFETTI.

Quarta proprietà.

Si osserverà, che il mercurio stassi ognor più basso del suo livello, che il suo abbassamento è tanto maggiore, quanto il tubo è più stretto. Nel sifone rovesciato, per esempio, il mercurio in vece di alzarsi in G nel ramo capillare, per essere a livello con quello dell' altro ramo, stassene in H, e terrebbesi più basso ancora, se questo tubo, che lo contiene, fosse d'un diametro più piccolo.

Sino ad ora non ci è noto altro liquore, che così adoperi ne' tubi capillari, se non che il mercurio; è bensì asserito da ognuno, che tutte le materie metaliche, le quali si tenessero in fusione, farebbono l' istesso effetto: io per me ne giudico dalla propria esperienza, che ho fatta collo stagno, e col piombo liquefatti.

SPIE-

SPIEGAZIONE.

Tutti questi fatti, siccome si vede, pajono contrarj alle regole ordinarie dell' Idrostatica, per le quali s'è veduto, che un liquore sempre si mette in equilibrio con sè medesimo, tanto in un solo e medesimo vaso, quanto in molti, i quali insieme comunichino; che se egli obbedisce a una forza, che lo innalza al di sopra del suo livello, le cede proporzionalmente alla sua densità ec. La differenza, che scorgesi ne' tubi capillari, non è nota, se non da un secolo al più in qua: questa scoperta s'è fatta in un tempo, in cui già si pensava, che quanto porgesi da spiegare in Fisica, non può bene spiegarsi, che per via di cause meccaniche presentate alla mente in un modo intelligibile: i più valenti Fisici in conseguenza di ciò si sono affaticati, e ci hanno su studiato; ma ha poi al loro zelo corrisposto la riuscita?

Si possono schierare in tre classi le opinioni, che sono state proposte su questa materia.

La prima comprende quelle, che attribuiscono tali fenomeni alla pressione ineguale del fluido che attornia, supponendo, ch' egli eserciti il suo peso più liberamente, e in una maniera più completa su la superficie del vase A B, che per l'orificio superiore del tubo immerso *Fig.* 12.

Questo fluido, che attornia, è secondo alcuni l'aria, le cui parti ramose s' intralciano, e si muovono difficilmente in un canale angusto, mentre adopera senza ostacolo su la superfizie della tazza. Questo sentimento è naturalissimo, e semplice; ma una sola esperienza lo rende

quasi

quasi insostenibile : tutto quello che i tubi capillari fanno ad aria piena ed aperta, lo fanno parimenti sotto il recipiente d' una macchina pneumatica, ove si è effettuato il vacuo.

Che riman' egli da rispondere? Dirassi per avventura, che il vacuo non è mai perfetto, e che quello, che resta d' aria, dopo gli ultimi sforzi della tromba più esatta, è tuttavia capace di sostenere alcuni pollici d' acqua al di sopra del suo livello?

Facilmente ognun s' accorge, che la risposta non soddisfà all' obbiezione; ma ella non è però assolutamente priva di forza: tutta l' aria del recipiente si raresà egualmente; se la pressione su la superficie della tazza scema, decresce pure a proporzione la resistenza nel tubo, e le cause dell' inegualità d' azione sussistono. Ma una seconda Esperienza fa vedere, che non si può sostenere questa inegualità di pressione, che suppone, che l' aria non adopera liberamente nel tubo. Se ciò fosse, bisognerebbe, che il liquore s' alzasse proporzionalmente alla lunghezza del tubo; imperocchè è certo, che se l' aria vi provasse dell' impaccio, più ancora ne proverebbe in un più lungo, che in un più corto; pure ciò non succede: il diametro del tubo è quello, che regola il grado d' elevazione, e quando l' acqua è arrivata al punto, a cui dee salire, non s' abbassa, tuttochè si tolga via la parte del tubo, ch' è al di sopra di lei.

Avendo queste ragioni fatto abbandonare l' opinione, che rendea conto del fenomeno con l' aria grossiera, si è fatto ricorso ad un altro fluido più sottile, e quale appunto sussiste ne' vasi, ne' quali si fa il vuoto Boileano. Suppongonsi

in

in cotesto tenuissimo fluido delle parti globulose, e dimostrasi, che una colonna di esso non empie mai puntualmente un tubo, e che una pressione dipendente da questa pienezza dee scemare a proporzione che il tubo è più angusto; quindi viene, dicono, il difetto d'equilibrio tra la pressione che fassi sul liquore nel tubo, e quella che s'esercita su la superfizie del vase, ove il tubo s'immerge.

Questa ipotesi è ingegnosa: dà ella azione ad un fluido, di cui non si può contrastar l'esistenza; ma gli accorda funzioni, che si dura fatica ad ammettere. Un mezzo, le cui parti sono più sottili, che quelle dell'aria comune, e che lo sono tanto, che penetrano i pori del vetro, come mai lascia tanto vuoto nel tubo, e come s'applica così male alle pareti del vetro, che la sua pressione differisca sensibilmente da quella, ch'egli esercita al di fuori, su la superfizie del vaso grande. In oltre, perchè la pressione più libera e più intiera su la superfizie del vaso non alza i liquori ad altezze, che sieno proporzionali alle loro densità? E finalmente, per citare tuttavia l'Esperienza, vedesi manifesto, che l'effetto, di cui trattiamo, non dipende da una pressione, che sia più, o meno libera secondo la larghezza della base; imperocchè in luogo d'immergere il tubo in un vaso, se si fa scorrere fuori, e nella sua lunghezza una goccia di liquore, tosto ch'ella è arrivata all'orifizio inferiore, ella rimonta nel tubo, come in ogni altro caso.

Ciò non ostante altra più verisimile deduzione non han saputo recare finora quelli, che si sono posti a spiegar l'ascesa de' liquori ne' tubi

ca-

capillari per via della pressione ineguale d'un fluido ambiente. Vediamo, se le opinioni della seconda classe sono più plausibili, o più felici.

Queste, tuttochè divise per diversi scopi, riunisconsi e accordansi in un punto: pretendono, che quando si è immersa l'estremità d'un tubo capillare, la colonnetta di liquore, ch'egli racchiude, perde il suo peso per la sua aderescenza al vetro, e che cessando di pesare sul fondo del vase, ove si fa l'immersione, le colonne esteriori al tubo, e che esercitano liberamente la loro gravità, ne spingono una simile sotto la prima, un'altra sotto la seconda; e che tutte coteste parti s'accumulano in una colonna totale, la cui altezza è proporzionale allo sfregamento, che cresce, come il diametro del tubo scema.

Ben s'intende, come una picciola colonna d'acqua, posta una volta in un tubo capillare, sievi sostenuta mercè lo sfregamento, o l'aderescenza alle pareti del vetro; ma io non comprendo mica, come l'acqua del vase per lo suo peso la sospinga dal suo luogo, e la sollevi, per sostituirle una colonna somigliante: imperocchè quest'acqua che attornia, ha sol quella forza, che basta per ispignere nel tubo una colonna che riempia la sua parte immersa, o (il che è lo stesso) non può ella portar questa colonna se non fino al suo livello; ma come ve la porterà, se convien, ch'ella sollevi nel medesimo tempo una colonna simile, che occupi il luogo? Dirassi per avventura, che questa non pesa sul fondo, perchè è ritenuta dallo sfregamento del vetro? Ciò è vero, finch'ella è in quiete; ma se bisogna farla ascendere, s'

ha da vincere il suo peso, o (ch' è l'equivalente) l' aderescenza, e lo sfregamento, che hanno annichilato il suo peso.

Ma per dar a vedere, quanto poco s' accordi questo sistema con l' Esperienza, basterà dire, che i tubi capillari hanno i loro effetti con egual prontezza, e sì compiutamente, quando sol toccar si fanno leggerissimamente i liquori, che quando vi s' immergono ben addentro; il che incontrastabilmente dinota, che la pressione delle colonne, che attorniano la parte immersa del tubo, non entra per niente in quest' effetto.

E perciò vediamo in fatti, che alcuni di coloro, che hanno assegnata questa cagione, n' hanno oramai sentita l' insufficienza. „ L' acqua, „ dicono, rimane sospesa ne' tubi capillari per „ la sua aderenza naturale al vetro; ma vi è „ sollevata per un' altra cagione. " Qual è per tanto questa cagione, che viene da loro associata all' aderenza del liquore al vetro, e che spiegar ci dee gli effetti de' tubi capillari? Ell' è, dicono, la medesima forza, che fa, che due gocce d' acqua s' uniscano insieme, quando molto da presso si accostano. Passiamo alla terza classe.

Quì si suppone, che il vetro attragga il liquore; ma qual fondamento ha mai una tale supposizione? Come s' ha da intendere questa attrazione? E qual norma seguita ella ne' suoi effetti? Imperocchè se non se n' avessero altre prove, che il fatto, di cui trattasi, e se si convertisse questa cagione in una qualità astratta, a niuna misura, o norma soggetta, la cosa somiglierebbe gran fatto alle simpatie, ed alle qualità occulte de' Peripatetici, con tanta ragione

sban-

sbandite dalla Fisica moderna; vale a dire, dalla Fisica ragionevole.

I Fisici, che ammettono l'attrazione (imperocchè ve n'ha un numero assai grande, a cui piace questa opinione; nè dissimuleremo, che tra quelli, che l'hanno seguitata, alcuni si trovano, il nome solo de' quali potrebbe aver gran peso per favoreggiare questo sentimento, se l'autorità dovesse essere la regola delle nostre fisiche cognizioni) questi Fisici, dico, si spartiscono in due classi. Gli uni, conforme al vero sentimento di Newton, considerano l'attrazione come un fatto, che ha luogo in tutta la natura, e che potrebbe avere, come tutti gli altri, una causa meccanica, ch'è lodevole rintracciare, ma che in qualche modo disperano di poter rinvenire. Gli altri trapassano ogni confine; più arditi in ciò, che non fu il loro capo, pretendono, che la virtù attrattiva sia un principio, il quale non abbia altra causa immediata, che la volontà del Creatore. Secondo i primi, quando due corpi s'avvicinano, o tengonsi uniti l'uno all'altro, senza che si scorga ciò che cagiona la loro riunione, o aderescenza, questo è un effetto, dicono, di cui vi ha molti esempj, e a cui si dà il nome particolare d'*attrazione*, sol per distinguerlo da un gran numero d'altri fatti simili, la cagion de' quali è già nota. Secondo gli ultimi, tutto questo si fa in virtù d'una forza innata, d'una propensione naturale, per cui da sè solo, e senza alcuna impulsione straniera, un corpo si porta verso d'un altro, e opera sopra di esso avanti che toccarlo nè per sè, nè per altri corpi intermedj.

Coloro, che non ammettono le attrazioni, se

non

non come fatti, mi pajono ſtarſi nell' ordinario e trito ſentiere. I Carteſiani, che s' attengono il più fedelmente alle cagioni meccaniche, ſi fondano tutto dì ſopra fenomeni, de' quali è ancor oſcura la cagione, e danno loro que' nomi, che più ad eſſi piacciono: l' *adereſcenza*, la *viſcoſità*, la *fleſſibilità*, la *molla* di certe materie, ſervono bene ſpeſſo a ſpiegare le loro proprietà, nè ciò ſorprende, o fa offeſa; ſiccome, a mio credere, non dee far offeſa, nè ſorprendere la parola d' attrazione, s' ella eſprime unicamente un fatto, che ſi tralaſcia di ſpiegare.

Ma così forſe ſi ha da giudicare della virtù attrattiva, conſiderata come principio della natura? Paſſi, in quanto a me, ch' ella non ſia metafiſicamente impoſſibile (e queſta grazia non le fan già tutti) io ſuppongo con quelli, che meglio difeſa hanno queſta cagione, che il Creatore, ſtabilita avendo l' impulſione per cauſa molto ordinaria del moto de' corpi, ſia ſtato libero a ſtabilir pure l' *attrazione*, e che queſti due principj non ſieno incompatibili; che altro ſe ne può conchiudere, ſe non che Dio è ſtato il padrone di adoperare due mezzi in luogo d' uno? Ma dal poter forſe una coſa eſſere, ne ſegue egli, che in effetto ſia? Se certi moti non ſono ſtati ancor bene ſpiegati con le leggi dell' impulſione, v' è forſe dimoſtrazione, che ſieno ineſplicabili? Or ella ci vorrebbe, per fondatamente ſoſtenere l' introduzione d' un nuovo principio; maſſime ſapendoſi, che la natura affetta tanta ſemplicità nelle cauſe, quanta fecondità negli effetti; che la mente umana limitata nelle ſue cognizioni non può mai luſingarſi d' aver veduto tutto il viſibile, e ch' ella

non

non mai meno è ſtata illuminata circa gli effetti naturali, che quando ſi è fatte lecite le ſpiegazioni arbitrarie. Pare a me ſaviſſimo, e giudizioſiſſimo il penſamento d' un uomo dotto *, il quale aveva nel corſo della ſua vita avuto molte occaſioni di ſapere tutto quello, che che dir ſi può di favorevole per lo ſiſtema delle attrazioni, e nello ſteſſo tempo tutto quello, che rimproverar ſi può all' uſo, che ſi è fatto delle impulſioni. " Non occor luſingarſi, „ dic' egli, che nelle noſtre ricerche di Fiſica „ noi poſſiam mai ſuperar tutte le difficoltà; „ ma non laſciam non per tanto di filoſofar „ ſempre ſu la baſe di principj chiari di mecca- „ nica: ſe abbandoneremo queſti, tutta la luce; „ che aver potremo ſarà, ſpenta; ed eccoci in „ poco di che ringolfati nelle antiche tenebre del „ Peripateiſmo, da che ci preſervi il Cielo. „

Il Sig. Newton vedendo ne' corpi che ci ſon d' intorno, quantità d' attrazioni, cioè, effetti che così nomar ſi poſſono, ſoſpettò, che per tutto ve ne foſſero; e fermandoſi meno a ſpiegare queſti effetti, che a miſurarli, ſuppoſe, che tutte le parti della materia ſi portaſſero reciprocamente l' une ver l' altre, e che due corpi per conſeguenza ſi attraeſſero in ragione diretta delle loro maſſe; che ſe l' un de' due per eſempio, contiene una volta più di parti, la ſua attrazione è doppia di quella dell' altro. Parvegli in oltre, che queſta tendenza reciproca de' corpi non doveſſe eſſere egualmente forte da lontano, che da preſſo; ed alcune ragioni lo determinarono a credere, che queſta azione, ſimile a tutte quelle, che ſi eſtendono in forma di sfera, potrebbe fors' eſſere in ragio-

* M. Saurin Mem. de l' Acad. 109. p. 131.

ragione inversa del quadrato della distanza; vale a dire, che in lontananza di due gradi i corpi s'attraessero 4 volte meno, in lontananza di tre gradi nove volte meno, di quattro gradi sedici volte meno, ec.

Sin quì il tutto termina in sospetti e congghietture; e che altro poteva farsi di più, attesa la idea medesima, che s' era il Newton formata dell' attrazione? Questa forza, secondo lui, è proporzionale alla massa de' corpi: tutto quello, che è in balìa nostra, è sì poca cosa, in paragone del globo, sul quale siamo, che l' attrazione di questo rende insensibili tutte le altre picciole attrazioni particolari, come la luce del Sole impedisce, che non appaja quella d' una candela. Bisognava dunque trasportare questa ipotesi a corpi isolati, e lontani assai gli uni dagli altri, per vedere, se si potea supporre, che si attraessero, e se la loro attrazione facevasi secondo le leggi immaginate; imperocchè, lo ripeto, queste leggi non potevano verificarsi nelle picciole attrazioni; e se si potea dubitarne, l' attrazione in generale era un' ipotesi mal puntellata. Il Filosofo Inglese meglio d' ogni altro, sentendo quanto abbia d' autorità l' Esperienza nelle questioni di Fisica, e non potendo farla parlare, almeno in modo decisivo, sù la superfizie della terra, cercò prove in un campo più vasto, e a lui ben noto. Ragguagliò il moto de' corpi celesti con le conseguenze del suo principio; e vi trovò tanta conformità, che ognuno è tentato di credere, che questo grand' uomo abbia indovinato il secreto della natura.

Qualunque vantaggio o prerogativa, che aver possa l' ipotesi Newtoniana sopra tutte quelle,

che l' han preceduto; tuttochè ella ſpieghi più adeguatamente d' ogni altra il moto delle Stelle, e ſi eſtenda ſino a render ragione delle loro irregolarità apparenti, il fondo o la ſoſtanza della coſa reſta ſempre da diſcutere. Gli argomenti del Sig. Newton (lo confeſſo) guidano a credere, che i pianeti hanno una tendenza reciproca gli uni verſo gli altri; che queſta forza opera ſecondo le leggi, ch' egli le attribuiſce: ma tutto queſto può eſſere primitivamente l' effetto di qualche impulſione fiſica, nè ha oſato il Sig. Newton di negarlo. Con qual diritto dunque i ſuoi diſcepoli vogliono convertire l' attrazione di fatto in virtù inerente, in attributo primitivo, in nuovo principio? Forſe che rivedendo eglino i fatti, che hanno moſſo il maeſtro a ſoſpettare l' attrazion generale, v' hanno altra coſa veduto, ch' egli non vide? Hanno forſe ſcoperto manifeſtamente nella coſa ſteſſa l' impoſſibilità d' una ſpiegazion meccanica? Oppur aſſumono per prove dell' attrazione tutte le applicazioni infruttuoſe fatte ſinora dell' impulſione a certi fenomeni difficili da ſpiegarſi? Le due prime ragioni non ſono ſtate per anche allegate da alcuno; e quelli, che ſi ſono avventurati recando in mezzo la terza, ſono ſtati di buona Loica privi; imperocchè non è già raziocinio regolato il dire: *queſto non è colle leggi dell' impulſione ſpiegato; dunque è un effetto della virtù attrattiva*. Biſognerebbe innanzi tutto far due coſe, 1°. provare, che queſti due principj ſuſſiſtono; 2°. che il primo non può aver luogo nel fatto, che ſi diſcute.

Queſte ſorte di fenomeni, per conchiudere una volta il noſtro diviſamento, che indicano ſe-

ſecondo i nuovi Newtoniani l' attrazione, ſono dunque così frequenti, come quelli, che provano l' impulſione? E s' attengono eglino alla natura per tante ſpecialmente diverſe parti, quante uno potrebbe immaginarſelo? Quando ſi mira ben da preſſo la coſa, ſcopreſi, che tutto quello, che tanto ſi pena a ſpiegare per via della preſſione de' fluidi ambienti, o per via di tutt' altra cauſa meccanica, toltene alcune eccezioni, ſi può facilmente ridurre ai tubi capillari: tal è la ſalita de' liquori ne' corpi ſpongioſi; tali ſono le diſſoluzioni, l' effervescenze, ed altre operazioni chimiche, dove faſſi una penetrazion reciproca d' una materia ne' pori d' un' altra: che ſo io, che non ſi poſſa ancora quà rapportare quell' unione ſpontanea di due gocce d' acqua, che ſi confondono in una, innanzi che una cagione eſterna e nota occaſioni il contatto? Imperocchè tutti i corpi, e maſſimamente i fluidi, s' eſalano in vapori; ſono circondati da una piccola atmosfera più rara, più poroſa che la maſſa; e due gocce d' acqua per conſeguenza ſi toccano, avanti che noi ce n' accorgiamo.

La Scuola d' Ariſtotele credeva all' orrore del vacuo, perchè ſembravale di vederne de' ſegni in tutta la natura: l' aderenza, o cambaciamento de' corpi levigati, la difficoltà di ſcoſtare i lati o le ale d' un mantice otturato da tutte le parti, la ſalita dell' acqua nelle trombe aſpiranti, la reſiſtenza dell' animella d' una ſiringa, che ha l' eſtremità chiuſa, ec. tutti queſti fenomeni, dappoichè fu conoſciuto il peſo dell' aria, facilmente alla vera cagione approſſimar ſi fecero, checchè ſin allora foſſero ſtati creduti ſeparatamente altrettante prove del principio oſcu-

to. Quest' avvenimento è una lezione per quelli, che pensano di vedere da per tutto degl' indizj della virtù attrattiva. Se tutte queste pretese prove, che pare dicano la stessa cosa in tante diverse maniere, sono tuttavia riducibili al medesimo genere; se tutto quello, che i defensori delle attrazioni han di più forte da addurre, è soltanto il fenomeno de' tubi capillari presentato sotto varie forme, dassi senza dubbio un circolo vizioso nel loro argomentare. Imperocchè se si prevalgono della virtù attrattiva per ispiegare i tubi capillari, e chiamano questi tubi medesimi in prova dell' attrazione, segue una delle due, o non provano, o la spiegazione si riduce al falso; ed è lo stesso, che supporre, come si suol dire, ciò ch' è in questione. Qual è l' uom di senno, che ignorando la natura, e la forza del vento, creder volesse di primo lancio, che l' impulsione dell' aria è quella, che fa girare tutti i mulini da vento, che trasporta i vascelli da un capo all' altro dell' Oceano, e che opera tutti i moti di tale spezie? Massimamente se egli avesse in tutta la sua vita veduto de' mulini a braccia, e delle barche tirate con delle corde.

Ma supponiamo per un momento, che la virtù attrattiva sia provata in altra guisa; e vediamo quel ch' ella possa maneggiata da più valenti Newtoniani per ispiegare l' effetto de' tubi capillari, per occasione de' quali siamo in questo divisamento intorno all' attrazione entrati.

„ Il vetro, dicesi, attrae l' acqua più di quel„ che l' acqua attragga sè stessa: tosto che l' ori„ ficio del tubo viene a toccarla, ella s' innalza „ sin

„ fin a tanto che il suo peso faccia equilibrio
„ alla virtù attrattiva, che risiede nella superfi-
„ zie interiore del tubo.

„ L'acqua sollevasi più alto ne' piccioli tubi,
„ che ne' grossi; perchè la loro superfizie è più
„ grande relativamente alla solidità della colon-
„ na d'acqua; e le parti del mezzo sono meno
„ lontane dal vetro, che le attrae.

„ Il mercurio si tiene più basso del livello in
„ cotesti piccioli tubi; perchè essendo più denso
„ che il vetro, attrae più sè stesso di quel che
„ il vetro possa lui attraere.

A prima vista l'attrazione fa quì bella mostra; ma esaminiamo più da vicino la cosa, e seguitiamo passo passo le conseguenze del principio, che serve di fondamento a queste spiegazioni. Tutti i corpi penetrabili dall'acqua, e che per questo conto debbonsi considerare, come tubi capillari, non ammetton forse ne' loro pori, e non sollevano sopra del livello i fluidi meno densi di loro? L'altezza della colonna elevata nel tubo è forse regolata sempre dall'eccesso d'attrazione del vetro, e dalla gravità specifica del liquore? Non si vede egli de' liquori più pesanti sollevarsi nel tubo medesimo più sù, che altri, i quali son più leggieri? Si sa, che l'Esperienza risponde a queste quistioni poco favorevolmente alla spiegazione poc'anzi da noi veduta. Ma lasciamo ragionare uno de' più ingegnosi partigiani dell'attrazione *. Ecco la sua obbiezione.

„ E' un fatto costante, che i liquori si solle-
„ vano ne' tubi capillari in ragione inversa del

 „ loro

* M. Jurin Transf. Phil. n. 255. art. 2. e n. 363. art. 2.

” loro diametro; quindi è, che ſe la colonna
” elevata ſopra del livello ſarà un pollice al-
” ta in un tubo largo mezza linea, in un tu-
” bo una volta più groſſo averà 6 linee. Ma
” queſt' ultima colonna, benchè più corta, com-
” prende più acqua, come ſi ſa, della prima;
” pure la ſuperfizie del vetro, che tocca la più
” minuta e ſottil colonna, è maggiore che
” quella, che contien l' altra colonna, avuto riſ-
” petto alla quantità dell' acqua. La forza at-
” trattiva non è dunque proporzionale alla ſu-
” perfizie interna del tubo; o (il che ammet-
” ter non ſi può) la cagione medeſima non a-
” vrebbe un effetto coſtante.

Il Sig. Jurin * avendo eſpoſta con queſta diffi-
coltà, e con deciſive Eſperienze l' inſufficien-
za della precedente ſpiegazione, glie ne ſoſti-
tuiſce un' altra. Egli pretende, che l' attrazio-
del tubo adoperi ſol per la parte anulare dell'
interna ſuperfizie, ove termina la colonna di
liquore. Fonda egli la ſua opinione ſopra in-
gegnoſe e ſpecioſiſſime Eſperienze. Immerge il
tubo A B *Fig.* 15. formato di due parti A C,
C B, le quali hanno diametri aſſai differenti.
Quantunque un tubo della groſſezza in C B
non poteſſe ſollevare il liquore, ſe non al pun-
to E, ſe tuttavia egli s' empie ſino in D, l'
acqua vi reſta ſoſpeſa, purchè queſta porzione
del tubo ſia d' un tal diametro, che un tubo
della ſua groſſezza doveſſe inalzar l' acqua all'
altezza B D.

E ſe

* Le diſſertazioni di M. Jurin ſi trovano al-
la fine delle Lezioni di Fiſica eſperimentale di
M. Cotes tradotte in Franceſe da M. le Mon-
nier. Parigi, 1740.

E se si rovescia questo tubo, come F G, l' acqua non s' alza e non riman sospesa, se non nel punto F, altezza, alla quale ella sollevereb- besi col mezzo d' un tubo, il qual fosse in tut- ta la sua lunghezza d' un diametro uguale alla parte F.

Appar dunque da tali sperienze, siccome il Sig. Jurin ha osservato, che se l' altezza delle colonne d' acqua sostenute dipendesse dall' attra- zione di tutta la superfizie interna, il liquore non dovrebbe sostenersi più alto, che il punto E nella prima; e nella seconda eccederebbe l' altezza F; poichè la più lunga parte del tubo, che la contiene, è, per supposizione, d' un dia- metro idoneo a farla ascendere una quantità e- guale a B D. Questa elevazione, o sospensione di liquore dipende dunque più tosto dalla par- te anulare del vetro, ove termina la colonna; poichè l' altezza dell' acqua si cambia in un col diametro di questo anello.

Il dotto e giudizioso autore di queste sperien- ze, meno adoperando per anticipata opinione in favor del sistema delle attrazioni da lui non ab- bandonato, che per amore della verità preferita da lui ad ogni cosa, non dissimula niente; ma reca in mezzo tutto quello, che indebolir può la sua opinione. La prima sua Esperienza può essere fatta in modo, che provi troppo, e di- venti ella stessa un nuovo fenomeno, che me- rita d' essere spiegato.

In luogo del tubo A B *Fig.* 15. si serve egli d' un imbuto, che aver può molti pollici di lar- ghezza, e che finisce in tubo capillare, siccome si può vedere nella *Fig.* 16. Se questo imbuto co- sì rovesciato non eccede l' altezza, alla quale si

potrebbe elevar l'acqua in un tubo grosso, come la parte H, potrà restar pieno affatto, come D B della precedente Esperienza. Se l'attrazion anulare sostiene la colonna H I, come la gran quantità d'acqua, che la circonda, si sostiene mai?

Non si è mancato di rispondere, che cotesta massa d'acqua è sostenuta dall' attrazione della parte convessa; cioè, che ogni punto del vetro K, L, ec. attrae la colonna, che gli è sottomessa; ma una nuova Esperienza distrugge questa risposta.

Quando si dà all' imbuto la forma, ch' egli ha nella *Fig.* 17. e si riempia solo in parte, più però di quello, ch' esser lo potrebbe, se l'acqua vi si sollevasse in virtù unicamente della proprietà del tubo capillare; se si tocchi l'orifizio superiore col dito inzuppato, così che vi entri una goccia d'acqua, la colonna resta sospesa, come se egli fosse affatto pieno: non è più allora la parte convessa del vetro, che l'attragga.

A questo modo il Sig. Jurin confuta le spiegazioni, nelle quali infruttuosamente è adoperata la virtù attrattiva; ma questo principio, ch' egli non credè di dover abbandonare, gli porgerà poi una volta il vero scioglimento del nodo? Ella è sempre util fatica distruggere le insussistenti ragioni, le quali sono tanti ostacoli nel sentiero della verità, tolti i quali s'appiana il cammino. Non perdiam di vista questa materia, trattata così per le mani d'un uomo, che pare averci posto uno studio ed una profonda applicazione, più di qualunque altro, che a lui precedette.

Con ragione accordando il Sig. Jurin, che non

non si può verisimilmente attribuire la sospensione di tutta la massa d'acqua nell' imbuto all' aderenza, ch' ell' ha con la piccola colonna del mezzo, che è immediatamente attratta dalla parte capillare H; e vedendo per Esperienze replicate nel vuoto, che il peso dell' aria grossolana non ha parte in tali effetti; e con ottime intenzioni verso l' attrattiva virtù, e con tutta la destrezza d' un Fisico avvezzo da lungo tempo alle sperienze, finalmente è costretto di ricorrere alla pressione d' un *mezzo tanto sottile, che penetri il recipiente*, e che adoperando più liberamente su la superfizie del vaso, che vi è immerso, esser può la cagione di cotesta sospensione sopra del livello. Che altro è ciò, se non riconoscere l' insufficienza dell' attrazione a spiegare le proprietà de' tubi capillari? Ma saria desiderabile, che molto più si dicesse per far conoscere, come questo mezzo sottile, che si ammette, comprima più liberamente l' acqua del vaso, che la contenuta nel tubo.

M. Cleraut * in una dotta Dissertazione, ch' egli ha poc' anzi data in luce, applica felicemente alcuni principj da lui posti, e stabiliti in prima ai fenomeni de' tubi capillari. A lui pare, che il Sig. Jurin non adoperi nell' esame di questa questione principj, che bastino per trarne una spiegazione completa; e in vece d' attenersi, come fa egli, alla sola attrazione del picciolo anello di vetro che termina la colonna di liquore, esamina il fatto secondo le leggi generali dell' idrostatica; e calcola poi, quanto l' attrazione possa alterare il livello, quando il tubo

* Teoria della Figura della terra, tratta da' principj dell' Idrostatica.

tubo è capillare. Le ſue deduzioni ſono all' Eſperienza in tutto conformi; ma quello, che vi ha di ſingolare, ſi è, che ſecondo la teoria di M. Cleraut, tant'è lungi che l' effetto provenga dall' attrazione della parte ſuperiore del tubo, a cui ſembra che attribuir ſi debba, ſecondo le ſperienze del Sig. Jurin, che al contrario è la parte inferiore quella, che adopera; e la ſuperiore non ci ha parte veruna, la ſua attrazione eſſendo contrappeſata da una attrazione eguale nella parte mezzana del tubo.

Da tutto queſto riſulta, che queſti fenomeni o non ſono per anche bene ſpiegati, o che le ſpiegazioni che ſe ne danno, s' attengono ad ipoteſi non ricevute generalmente. Forſe ciò naſce dall' eſſerſi i Fiſici oſtinati a voler produrne una ſola ed unica cagione. Quanti effetti naturali vi ſono, che hanno più cauſe, e che non ſi poſſono per tutte le lor facce conoſcere, fuorchè eſaminandoli ſotto diverſi punti? La preſſione ineguale di qualche fluido è probabilmente il punto fondamentale della ſpiegazione; ma l' adereſcenza o la viſcoſità naturale de' liquori, la grandezza e la figura delle loro parti, e forſe un certo movimento lor proprio, ec. ſono altrettanti mezzi, che può la natura impiegare per così fatti effetti; e ſono altrettanti oggetti, che conſiderar dobbiamo nelle noſtre ricerche.

APPLICAZIONI.

Quantunque ben chiaramente da noi non ſi veda, qual ſia la cagione immediata dell' elevazione e della ſoſpenſione de' liquori ne' tubi ca-

capillari, questi fenomeni ben liquidati sono di non poco momento; perchè pare, che abbiano gran parte nelle operazioni della natura, e perchè quello che ne sappiamo, ci può guidare a molte altre scoperte. Non sappiam bene qual sia la vera cagione della gravità de' corpi; tuttavolta mercè la cognizione che abbiamo delle sue leggi, siamo in istato di render ragione di moltissime cose, che sarebbono altrimenti sepolte in una profonda oscurità. Similmente, quando io so, che i liquori sollevansi, ad onta della lor gravità, ne' canali angusti, di qualunque materia e figura che sieno, non rimango più attonito nel trovare umidi sino alla cima, ora un mucchio di sabbia, ora una pietra tenera, ora un troncone collocato in piedi, ec. eziandio se questi corpi non fossero se non in parte immersi nell' acqua. Imperocchè, essendo porosi, l' acqua vi trova de' piccioli canali, per li quali ascende, come farebbe in piccioli tubi di vetro, perchè in un canale eguale diritto il liquore oppone tutto il suo peso alla causa che lo solleva; dovechè ne' passaggi tortuosi, che gli porge l' interno d' un corpo solido, egli trova come de' riposi, dai quali ripiglia probabilmente le sue mosse, e forse con nuovo vigore.

Ma quello, che vediamo succedere in piccolo, non potrebbe forse avvenire anche in grande? Il mucchio di sabbia bagnato sino alla sommità forse spiegar potrebbe l' origine di certe sorgenti inesauste, che somministrano sempre un' egual quantità d' acqua, e che par non ne sian debitrici alle stagioni, nè ai vapori, nè ad altre influenze dell' atmosfera, e che si trovano eziandio vicine al mare. Questo è un pensiere molto

plau-

plausibile, e che da molti autori * è stato ricevuto; tuttavolta egli perde una parte della sua verisimiglianza, se si bada, che un tubo capillare non produce mai effluvio per la sua parte superiore; e che la sabbia, tuttochè ammollata molto più sopra del livello dell' acqua, lo è quasi solamente nell' interno, o se lo è anche al di fuori, non ne nasce sorgente.

Il troncone, che si ammolla e s' inzuppa fino in quella parte che non è immersa, può svegliare alcune idee sopra l' arcano della vegetazione. Si sa, che le piante crescono per quell' umor nutrizio, il quale passa dalle radici al gambo, e da questo ai rami; ma qual è la potenza, che solleva così questo liquore? Ciò tuttavia s' ignora. Finchè se ne venga a chiara notizia, si potrebbe forse considerare que' sentieri, per li quali il detto suco scorre, quasi tanti piccioli canaletti capillari, o come un tessuto continuo di corpi spongiosi, per li quali trasportasi di giù in sù, e più, o meno abbondantemente, secondo lo stato attuale delle parti che lo ricevono.

Ma il più mirabile in ciò si è, che cadauna fatta di piante par ch' abbia il suo particolar umore o suco nutrizio; imperocchè è noto, che la terra si vuota, e s' esaurisce a forza di nutrire la medesima spezie, e che le si dà sollievo, dirò così, con variar la semenza sul medesimo fondo. Come dunque in un giardino ciascun albero riceve il nutrimento, che gli è proprio? Come il pomo non piglia il suco conveniente alla vite? Come il mirto non succia quel

* Plot. *Tentamen Philos. de origine fontium*, Derham. *Theolog. Phys.*

quel che appartener dee al gelsomino, o al caprifoglio?

Non si può a tali questioni di presente rispondere se non imperfettamente; perchè siamo tuttor poco informati di quello, che in realtà succede per cotal verso. Ma se è vero che i canali, che portano l'umore nutrizio, faccian l'opra de' tubi capillari, presentasi un esempio di questo genere, che potrebbesi riputare per una rozza imitazione della natura quanto all' oggetto presente. Se si porranno in un medesimo vase due liquori assai diversi l'uno dall' altro, come olio, vino, e vi s' immergeranno due capi di striscia di drappo, una delle quali sia stata imbevuta di vino, e l'altra d'olio, entrambe si diporteranno come una spugna; ma la prima non tirerà a sè se non il vino, l' altra l' olio solamente. Tutti i corpi di questo genere sono atti a sollevar liquori; ma impregnansi dell' uno più tosto che dell' altro, secondo l' analogia ch' egli ha con loro. Questa analogia consiste senza dubbio nella figura, nella grandezza, nella disposizione delle parti, ec. ogni spezie di pianta fa forse non so chè di simile, e per le medesime ragioni.

E' vero, che la salita de' liquori in un piccolo tubo di vetro ad alcuni pollici di altezza, paragonata coll' elevazione del sugo nutrizio d' una quercia, o d' un abete, lascia scorgere una portentosa differenza, e fa quasi credere, che questi due effetti non abbiano una sola ed unica cagione. E appunto perciò non ho accennata questa comparazione, come una spiegazione completa: i canali dell' umor delle piante non son meri tubi, ma sono organizzati; e per questa

sta ragione la lor funzione di tubi capillari può avere effetti, ai quali egli sarebbe incapace di estendersi, se fosse altrimenti. Un tronco, od un albero morto sul suo fondo più non vegeta; non già perchè manchino in esso i canali dell' umor nutrizio; ma perchè l' organizzazione è distrutta.

Esaminando noi nella sesta Lezione, come i vapori e l' esalazioni sollevinsi, e sostengansi nell' atmosfera, supposto abbiamo, che questa massa d' aria, la qual copre la superfizie del nostro globo, sia una grande spugna, la quale riceve ne' suoi pori tutte le parti esalate delle materie pertinenti alla terra: ecco quello, che render può probabile questa opinione.

1°. L' aria è compressibile: questo è un fatto, che non ammette dubbio. Qualunque figura che si dia alle sue parti, bisogna sempre concedere, ch' elleno non sono così strette le une appresso dell' altre, come lo potrebbon essere, e che vi ha de' piccoli intervalli, che si schierano, dirò così, l' un dietro l' altro; e si toccano; sicchè forman de' canaletti tortuosi, più, o meno capillari in un tempo che in un altro, secondo la densità attuale dell' aria, e che si possono riempire di tutt' altra materia.

2°. I vapori e le esalazioni, quando sono staccate dalle masse, di cui facean parte, sono nello stato di fluidità; e per questa ragione sono suscettibili, come i liquori, di tutti gli effetti proprj de' tubi capillari.

3°. Siccome i liquori si sollevano più, o men alto, secondo lo stato attuale de' tubi capillari; cioè secondo la grandezza del loro diametro, e l' analogia della lor propria materia con quelle, ch'

ch' e' fan montare; così riputar si può come cosa indubitata, che i vapori ascendano più, o meno, secondo la disposizione dell' atmosfera.

Quì presentasi una difficoltà notabile. Per la terza Esperienza *Figura* 14. si sa, che il liquore tanto più sollevasi nel tubo capillare, quanto il tubo è più angusto. I pori dell' aria sono più chiusi e ristretti nel verno, che nella state; ne segue, secondo la mia ipotesi, che i vapori devono dunque sollevarsi più alto nell' inverno, che nella state; il che non è verisimile.

Nè io tampoco lo credo, che più alto si sollevino; ma concederei volontieri, ch' eglino sollevansi appresso a poco alla medesima altezza in tutte le stagioni; imperocchè quali prove abbiam noi del contrario? E il barometro essendo d' ordinario un po' più alto l' inverno, che la state, bisogna bene, che qualche cosa mantenga, ed anche aumenti il peso dell' atmosfera: la densità dell' aria aumentata nelle stagioni fredde compenserebbe forse ella sola la diminuzion de' vapori? Quando si volesse ciò conchiudere, non si potrebbe, avvertendo che le evaporazioni sono molto abbondanti anche nel gran gelo: se quello che allora svapora, trova troppo angusto sito nell' aria, dee dunque cercarne più alto. Oltre che ella è una supposizione generalmente accettata, che la temperatura dell' atmosfera non varia tanto nella mezzana regione, ove sollevansi i vapori, quanto quaggiù su la superfizie della terra: la porosità dell' aria vi è dunque appresso a poco la stessa in ogni tempo. Or l' Esperienza del Sig. Jurin *Figura* 15. ci addita, cha l' elevazione de' liquori ne' tubi non dipende dalla larghezza che hanno nel lor di-

lun-

lungo; ma da quella, dove termina la colonna: così qualunque cambiamento, che quaggiù avvenga alla densità dell'aria, se la mezzana regione poco si muta, siccome con tutti i Fisici è giusto supporlo, la conseguenza che segue dalla mia ipotesi, non è una obbiezione, che la debba far rigettare.

4°. Siccome un tubo capillare che sostiene una colonna di liquore, o siccome una spugna piena d'acqua non ne attigne di più; così anche l'aria troppo caricata non tira su maggior copia di vapori: le acque, e generalmente tutti i corpi svaporano molto meno in un tempo umido e di calma, che quando spira un vento secco. Nel primo caso l'aria è una spugna caricata di liquore; nel secondo una spugna vuota, e che di continuo rinovasi su le medesime superfizie.

5°. Tutti i Fisici accordano, che ciò che fa cadere i vapori in forma di pioggia, è qualche grado di freddo, che condensa la parte dell'atmosfera, dov'essi regnano, e che ravvicinando le particelle d'acqua, le unisce in goccie così pesanti, che un pari volume d'aria non le può sostenere. Questa spiegazione, la quale è naturalissima, non distrugge l'idea, ch'io mi formo dell'atmosfera: l'aria, che si condensa, è una spugna premuta, e attribuisco questa compressione non solo al raffreddamento, che può essere la cagione più ordinaria; ma eziandio ai venti, che ristringono le nubi, cioè la parte dell'aria, carica d'acqua; e in fatti la pioggia (particolarmente la tempestosa) cade per lo più a scosse, simili affatto allo spremimento d'un corpo spugnoso pieno d'acqua.

6°. Vi sono certe pioggie, che vengono all'im-

improvviso con un tempo quieto e caldo, di tal maniera che si stenta a conciliarle con le cause, delle quali poc' anzi abbiamo parlato: pare a me, che nella mia ipotesi molto bene anch' esse si spieghino. Quando un tubo capillare ha innalzata l' acqua a due pollici in virtù d' un diametro, che ha sol un quarto di linea; se diventasse la metà più largo, ben si capisce, che l' acqua non vi resterebbe alla stessa altezza: una spugna, che contiene particelle d' acqua, le lascerebbe scorrer fuora, se per qualche mezzo ella venisse dilatata al di là del naturale suo stato. Fate, che un raggio di Sole diretto, o riflesso riscaldi, e per conseguenza rarefaccia una parte dell' atmosfera carica di vapori in sufficiente quantità: queste piccole masse lasciate in balìa del loro proprio peso cominceranno a cadere, e si uniranno in forma di pioggia nel tempo della loro caduta. Questa spiegazione sembra eziandio confermata dall' Esperienza; imperocchè quando cominciasi a rarefar con la macchina pneumatica l' aria contenuta nel recipiente, non si lascia di scorgervi un vapore, che cade, come una pioggia sottile, sotto la piastretta *.

Con attribuire all' atmosfera le proprietà de' tubi capillari, sembra, che si sbandisca, per quello riguarda tai fenomeni, ogni spiegazione appoggiata alla pression d' un fluido ambiente, che pur appare il principal fonte de' lumi sperabili su questa oscura materia. Imperocchè se la massa d' aria adopera, come i tubi capillari, non si

* Memoir. de l' Academ. des Scienc. l'An. 1740. pag. 243.

può più penſare a render ragione di queſto effetto con la ſua preſſione.

Queſta conſiderazione ci dee rendere circoſpetti; ma non deve già oſtare all' ammettere una verità, la quale foſſe altronde ben provata. In ſecondo luogo, le ſperienze fatte e ripetute nel vuoto da un gran numero di Fiſici hannoli coſtretti a confeſſare comunemente, che l' aria groſſolana, di cui quì ſi favella, niente contribuiſce ai mentovati fenomeni: e laſciando noi da parte nella preſente queſtione il peſo di queſto fluido, non rigettiamo in veruna maniera un altro mezzo più ſottile, di cui generalmente ſi conviene tra Fiſici, e che aver può le ſue funzioni a parte.

ARTICOLO II.

Intorno alle cauſe della fluidità, e della durezza de' Corpi.

QUando ho definito i fluidi nella Lezione precedente, li ho rappreſentati, come ammaſſamenti di corpuſcoli ſolidi, mobili cotanto gli uni riſpetto agli altri, che al menomo urto ſi ſeparano. Parecchi Fiſici pretendono, che non baſta attribuire una gran mobilità alle parti de' fluidi e de' liquori; ſi vuol di più, e con ragioni plauſibili, che oltre l' eſſere diſpoſtiſſime a muoverſi, ſi muovano in effetto. Alcuni tuttavolta più ritenuti in quello che concerne un tal movimento, ſol quello n' ammettono, che abbiſogna per iſpiegare certi fenomeni, de' quali credono, che ſi durerebbe fatica a render ragione ſenza una tale ſup-

ſuppoſizione: danno a queſto moto inteſtino de' liquori ogni ſorta di direzioni immaginabili, e nello ſteſſo tempo gli danno sì poca eſteſa, che non giunge a ſmuovere ſenſibilmente di luogo le parti. In queſti limiti contengonſi i più di coloro, che hanno più familiari le oſſervazioni e le ſperienze, che i ſiſtemi. Allora queſta ſpezie di agitazione attuale de' fluidi non differiſce da quella, che il calor naturale mantiene ne' ſolidi; e ſe queſto moto è la cagion immediata di certi effetti, che ſon proprj de' liquori, io ſon molto ſtimolato a credere, che ciò avviene ſolo in conſeguenza della gran mobilità delle parti, ch' egli avviva. Spiegomi con un eſempio. Una piccola motta di terreno diſſolveſi più facilmente nell' acqua (quando anche foſſe vicina a gelarſi) che nella neve, la quale aveſſe ſoltanto quel freddo, che le abbiſogna per non liquefarſi. Queſta differenza naſce ella forſe da un eccesſo di moto nelle parti dell' acqua come liquida; o pur dal troppo poco di mobilità nelle parti della neve? Finchè l' acqua è liquore, il grado di calore, ch' ell' ha, appartiene a parti libere, e che per una così fatta indipendenza reciproca ſeguono le loro determinazioni particolari, e penetrano i pori del corpo diſſolubile; non è già la ſteſſa nella neve, le cui molecule ſono legate ſotto la forma di piccioli diacciuoli: elleno ſon determinate, come quelle dell' acqua, verſo i pori, che ſon loro aperti; ma per entrarvi bibiſognerebbe ch' elleno ſi ſpartiſſero in volumi proporzionati alle aperture, e ſe il moto che in lor ſi ſuppone, non giunge a cagionare e mantenere la lor diviſione, non debbe avere

V 2 il

il medesimo effetto, ch' egli ha nell' acqua; ma tutta la differenza, siccome vedesi, non nasce, che da un difetto di mobilità sufficiente nelle parti.

Io crederei dunque volentieri, che i liquori non hanno in sè stessi un moto particolare, che tali gli renda; ma ch' eglino sono in questo stato solamente, perchè le loro parti son estremamente mobili fra esse. L' oggetto di questo articolo è dunque far conoscere, per quanto si potrà, ciò che può mantenere questa rispettiva mobilità; e però che esser duro è lo stato opposto a quello di liquore, le cause dell' uno indicar ci debbono quelle dell' altro. Vediamo prima, per qual cagione certi corpi son duri, ed altri meno; e come possa farsi, che nol sieno sensibilmente. Con questa divisione abbracciamo tutti i differenti gradi di consistenza, che convengono alla materia, *durezza*, *mollezza*, *fluidità*, *liquidità*.

Non trattasi quì d' una durezza perfetta, quale converrebbesi, per esempio, alle parti insecabili ed elementari, agli atomi. Ciò, che presentemente forma l' oggetto delle nostre ricerche, è quella coerenza, che costituisse una massa solida, che s' oppone alla sua divisione; ma che può sempre cedere ad una forza finita: tal è la durezza del legno, delle pietre, de' metalli ec.

Se i corpi fossero duri solamente all' esterno; se i pezzi, che compongono la loro solidità, fossero così grandi, che ci lasciassero scorgere le lor figure, e la proporzione mutua fra loro; se niente di quanto è materiale potesse a' nostri sensi sottrarsi, forse lusingar ci potremmo

di

di dare una ſpiegazione diretta de' fenomeni qua pertinenti. Ma i corpi ſon ſolidi internamente, come all' eſterno, e le loro molecule più ſottili nol ſon meno, che la maſſa totale: quindi la cauſa di tale coerenza opera ſopra ſoggetti, che sfuggono dagli occhi, ed in luoghi, dove non poſſiamo loro tener dietro. Per ſola analogia dunque e per conghiettura giudicar ne poſſiamo: queſta ſtrada non è la più ſicura per giungere al vero; ma poſſiamo permettercela, quando non ne abbiamo una migliore: oltre che ſervendoſene con moderazione, ci può ella guidare ad utili ſcoprimenti.

PROPOSIZIONE.

Più corpi poſſono inſieme attaccarſi per la preſſione d' un fluido, che li cuopre, o che li attornia da tutte le parti.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Il pezzo A *Figura* 18. è un boccone di ſughero cilindrico, la cui baſe è guernita d' una ſtaffa, e d' una piaſtretta di rame ſottile, e ben diritta, in maniera che il tutto inſieme peſa meno, che dell' acqua. B è un pezzo ſomigliante per la forma, ma ch' è intieramente di metallo. Si tingono i due piani con un leggiero ſtrato d' olio d' olive, e dopo d' averli puntualmente applicati l' un ſopra l' altro, s' alluogano, come *a*, *b*,

 nel

nel fondo d' un gran vase, il qual si riempie d' acqua.

EFFETTI.

Quantunque il pezzo *a* sia più leggiero d' un pari volume d' acqua, e questa leggerezza rispettiva lo solleciti a separarsi dal pezzo *b*, ch' è ritenuto dall' eccesso del suo peso nel fondo del vaso; pure vi resta costantemente attaccato.

SPIEGAZIONE.

Questo effetto proviene dal non essere la colonna d' acqua, che riposa perpendicolarmente sopra, contrappesata da verun altra, che adoperi di sotto, a causa dell' unione stretta delle due superfizie. Che questa ne sia la vera ragione, si prova: perchè se cotesti due pezzi, in luogo d' olio, si bagnino d' acqua per unirli, rimessi poi nell' Esperienza, la massa d' acqua, onde si cuoprono, li disunisce, introducendosi fra mezzo l' un e l' altro; poichè non vi trova fuorchè una materia a sè simile, la quale non gli fa ostacolo, come un liquor grasso.

II. ES-

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

C D *Figura* 19. son due scatole di rame, nelle quali si sono inserite ed incollate due plache di marmo ben lavorate, ovvero due lastre di specchio grossette. Sopra la staffa della scatola C si son congegnati quattro piccoli cannoncini, che ricevere debbono altrettanti piccioli schidioni di legno, i quali fansi eccedere il piano del marmo, quando n'è l'uopo.

EFFETTI.

1°. Ammollati che si sono i due marmi, e applicati l'un contro l'altro, sfregandoli un poco per rendere più puntuale il combaciamento, e per iscacciarne via tutte le particelle d'aria ch'esser vi potessero, queste due plache separansi facilmente, se lo sforzo si fa parallelamente ai loro piani.

2°. Ma se quando sono unite si caccian ben entro i piccoli schidioni per impedire, che sdrucciolino; o se si tirano perpendicolarmente alle loro facce, convien adoprare una forza notabilissima per separarle.

SPIEGAZIONE.

Questa Esperienza, la quale è antica, serviva un tempo per prova dell' *errore del vacuo*; ma dopo che si è scoperto manifestamente l' a-

buso di queste parole, che nulla significavano, ella si è spiegata meccanicamente, mercè la pressione dell' aria, che attornia i due piani applicati. Si sa, che i fluidi pesano per ogni verso: questo peso è una forza, che deve avere il suo effetto, se qualche azione o potenza contraria non la tiene in equilibrio: cotesti due piani, uniti insieme, e sottomessi al peso dell' atmosfera non debbon portarsi nè da un lato, nè da un altro, perchè sono egualmente premuti da tutte le parti; ma ciascun d' essi è spinto contro il suo simile, e dee starvi attaccato; perchè fra i due piani non vi è reazione, che s' opponga al peso dell' aria esterna. Per una simil ragione i fanciulli smuovono o traportano delle pietre con una rotella di cuojo ammollato, che attaccano, e tirano con una corda. Un' ombrella, o parasole disteso, e rovesciato rasente a un terreno pulito ed eguale fa ancor egli resistenza sensibilissima, quando si tira alla rimpazzata; e si corre risico di rompere una lastra di specchio, che si leva su perpendicolarmente al piano, sul quale ella riposa, se questo piano è levigato ed uguale assai.

Nulla ci sarebbe da opporre a questa spiegazione, se i nostri due marmi, dopo d' essere stati uniti nell' aria, si separassero da sè stessi nel vuoto, come si dice comunemente che accada. Ma quando si procede con esattezza, e si schisano tutti i moti stranieri, che possono ajutare la separazione, forza è confessare, che spessissimo l' union sussiste, dopo rarefatta l' aria quanto è mai possibile con una perfetta macchina pneumatica. L' aderenza, o lo stretto combaciamento per ordina-

dinario va scemando, ma non cessa intieramente; ed il grado di forza, che gli resta, e che io ho procurato di misurare con dei pesi, m'è sembrato dipendere dalla natura de' piani, dalle lor dimensioni, e dalle materie interposte per unirli. Vedi la *Fig.* 20.

Questo effetto tanto più merita attenzione, quanto che ha luogo non solo ne' corpi solidi, ma eziandio ne' liquori. Il Sig. Hughens * osservò egli il primo, che l'acqua restava nel vuoto molto più alta del suo livello, e che quello, che ci mancava, non si potea attribuire a quella picciola quantità d'aria, che una buona tromba lascia necessariamente nel recipiente. Dopo lui, il Boyle avvertì la medesima cosa, e s'avanzò con l'Esperienza sino a sostenere 75 pollici di Mercurio nel tubo Torricelliano; cioè 47 pollici di più, che sostener non può il peso dell'atmosfera. Una circostanza essenziale da osservarsi si è, che i liquori non rimangono così sospesi, se non quando toccano immediatamente la sommità del vase, nel quale sono; imperocchè ogni poco di vuoto, una piccolissima bollicola d'aria, che vi s'incontri, sempre impedisce o fa cessare codesto effetto; di maniera che non occorre aspettarsi di vedere una colonna di mercurio di 75 pollici alzata al di sopra del suo livello in un tubo più lungo di questa misura.

Il Sig. Hughens cercando una spiegazione a cotali fenomeni, vo' dire, all'aderenza o combaciamento tenace de' due marmi, ed alla sospensione de' liquori nel vuoto, suppone, che oltre l'aria crassa, che circonda tutti i corpi, e che ope-

* Recueil de l'Acad. des Scienc. T. 10. p. 529.

opera col suo peso sopra le loro superfizie, ve n'è un'altra ancora più sottile, la quale passa, dove non può penetrar la prima, e a cui i pori stessi del vetro danno libero passo; e che alla pressione di questo sottile mezzo, od ambiente attribuir si debbe un infinito numero d'effetti, che abbiamo di continuo sotto gli occhi, e ch' è impossibile spiegare con l'azione dell'aria comune e nota, l'assenza, o la rarefazione estrema della quale chiamasi impropriamente il *vacuo*.

In quanto all'esistenza d'un cotal fluido, pochi Fisici vi sono, da' quali non sia ammessa; e nel picciol numero di coloro, che s'ostinano a negarla, non possiamo contenersi dalla maraviglia, quando vi troviam di quelli, che incontrastabilmente hanno un genio felice per le osservazioni, e sono avvezzi alle sperienze. Imperocchè non ci è lecito supporre, che codesti ignorino i fatti, che citar si possono a favore di questa opinione. Di tutti i Filosofi moderni, quegli, alle cui opinioni pare, che meglio s'assacesse il vacuo, fu il Sig. Newton; or egli non ha lasciato d'ammettere *un mezzo molto più sottile dell'aria, il qual mezzo*, dic'egli, *resta nel vuoto, dopo che se n'è tolta colla macchina pneumatica l'aria** . Vedesi dall'uso, ch'egli ne fa, dall'estensione, che gli dona, dalle funzioni, che gli attribuisce, quanto egli credeva, che questa sottil materia potesse aver parte nelle operazioni più secrete della natura. Il Sig. Jurin, più puntualmente Newtoniano, che la maggior parte de' seguaci della virtù attrattiva, non fa difficoltà veruna, siccome l'abbiam detto di so-

* Trattato dell'Optica l. 3. qu. 18. ec.

ſopra, d'ammettere queſt' aria ſottile, quando trova mancargli nel biſogno l'attrazione; e per riſparmiar la fatica di provarne l'eſiſtenza, ſi rimette all'autorità, ed ai paſſi da noi poc'anzi citati.

Se codeſto mezzo reſiſtente è da quei medeſimi ricevuto, a' quali meglio conveniva oppugnare il ſiſtema del Pieno, chi non vede eſſere ſuperfluo fermarſi quì a provare, quanto meriti d'eſſere ricevuto da ogni Fiſico, che ammette ſol cagioni meccaniche? Perciò baſtera dire, che dopo il Carteſio la regola più generalmente oſſervata è ſtata quella di cercare una ſpiegazione nell' urto, o nell' impulſion de' fluidi inviſibili di tutti i fenomeni, che non poſſono ſpiegarſi con l'azione dell' aria ſenſibile, o degli altri corpi, de' quali poſſiam vedere le operazioni.

Ciò che ordinariamente fa ſtrabilare coloro, che s'appigliano ad un altro partito; ſi è la fecondità degli effetti, e il gran numero di proprietà, che ſi ſuppongono nel diviſamento de' fenomeni, e s'attribuiſcono ad una materia, la cui eſiſtenza è tuttavia preſſo, che ipotetica.

Vero è, che alcuni Filoſofi han laſciato libero campo alla loro immaginazione per iſpiegare le diverſe funzioni di coteſti fluidi ſottili; ma quando anche il Carteſio ſi foſſe ingannato quanto al numero, e ce ne foſſero più, o meno di tre ſorte; quand' anche i moti ſpeziali delle parti di eſſi fluidi foſſero diverſiſſima coſa dai vorticetti immaginati dal P. Malebranchio; per farla corta, quando anche ſi poteſſe avere in conto d'arbitrario ſiſtema tutto quello, che è ſtato detto circa la maniera d'eſſere e d'operare di coteſta materia, la quale può eſſere per

tut-

tutto dove gli altri fluidi più grossolani non hanno accesso, seguirebbe forse, che la sua esistenza fosse dubbiosa? Perfettamente convengono tutti oggidì, ed affermano, darsi una materia *, che ci rischiara, e che ci fa veder gli oggetti. Avrebbesi forse diritto di negarla; perchè intorno alla natura delle sue parti, ed alla sua propagazione molti, e varj sono i sentimenti?

Raffreniamo del resto la nostra immaginazione, siccome è dovere, in un' opera, ove siamci prefissi d' insegnare altrui sol per mezzo de' fatti: s' ammetta da noi bensì l' aria sottile con quasi tutti i Fisici; ma non le si attribuisca se non quello, che sembra indicato da' fenomeni in modo chiaro e distinto; nè si supponga se non ciò, che la più semplice e la più conseguente analogia potrà permetterci.

L' aria sottile fa sentirsi nel vuoto Boileano: passa ella dunque a traverso de' pori del vetro; e si può presumere, ch' ella penetri parimenti in tutti i corpi solidi.

Ma questa sua prima proprietà non la rende incapace degli effetti, che le si attribuiscono? Può ella contenere un marmo applicato ad un altro, se liberamente passa e penetra per tutti e due i corpi? Può ella sostener dell' acqua, o del mercurio, se penetra la sommità del vaso, o del tubo, ove questi due liquidi son compresi?

L' obbiezione, non v' ha dubbio, è di momento; ma le si risponde in maniera che appaga, con dire, che l' aria sottile applicata alla superfizie d' un corpo è solo in parte ammessa ne' vacui, ch' ella vi trova; e del resto opera sopra le

* La luce.

le parti solide, che s' oppongono al suo passaggio, e che diventano tanti punti d' appoggio. Quello che in sostanza può avvenirne, si è, che i corpi i più porosi sfuggono maggiormente dalla di lei azione, e che ne risulta un' adesione minore, il che conformasi con l' Esperienza. Imperocchè di due plache di metallo, ch' io aveva preparate per unirle insieme, come i due marmi della precedente Esperienza, n' ho pertugiata una in più luoghi, ed in più volte; ed ho osservato, che l' adesione scemava, a misura che io interrompeva vieppiù la continuità della sua superfizie.

Se dimandisi ora, come l' aria sottile sostenga nel vacuo un liquore sopra del suo livello, non ostante la porosità del vetro, che le permette di passare per la sommità del tubo: io risponderò, che l' azione di questo fluido è perfettamente libera sulla superfizie del vaso A B *Fig.* 21. ma ch' ella è interrotta sulla cima dalle parti sollide del vetro, il che accresce la pressione, che si fa nella parte inferiore.

E' vero, che le colonne intermedie *ef*, *ef*, *ef*, che corrispondono a ciascun de' pori del vetro, sono sottomesse all' azione del fluido, e ch' essendo così tra due pressioni appresso a poco eguali, il lor proprio peso le sollecita a cadere; ma sono ritenute dallo sfregamento e dall' aderescenza delle colonne, che le attorniano e le premono, siccome elleno stesse son circondate e premute dall' aria sottile; imperocchè quest' aria, in virtù della sua fluidità, pesa in tutte le direzioni, ed il tubo è poroso in tutta la sua lunghezza, siccome lo è nella parte convessa della sua estremità.

APPLICAZIONI.

Le ſpiegazioni, che abbiam ſinora date del combaciamento, o dell'adereſcenza di due marmi, e della ſoſpenſione de' liquori ſopra del lor livello nel vuoto Boileano, ci additano in molto veriſimil guiſa le cagioni immediate della durezza e della fluidità de' corpi. Se vi ha un' aria ſottile, che li penetra, e che porta la ſua azione al di dentro, come al di fuori; ſe queſt' azione non cade a vuoto ſopra parti ſolide così tenui, così poco eſteſe, come ſon quelle de' liquori, ſi ha fondamento di credere, che queſto medeſimo fluido rattenga l'uno attacco all'altro i pezzi ammaſſati ſotto il medeſimo volume; e che l'adereſcenza, che riſulta dalla ſua preſſione, diventi più, o meno ſalda, ſecondo la figura delle parti che ſi toccano, la grandezza delle ſuperfizie, il più, o meno di puntualità nel contatto ec.

Concepir dobbiamo, che ſe vi foſſe una materia, le cui parti più ſemplici foſſero in sì fatto modo tagliate, che immediatamente s'uniſſero ſenza laſciar intervallo fra eſſe, tutta la preſſione dell'aria ſottile opererebbe al di fuori di coteſto ammaſſamento; biſognerebbe per iſconnetterlo impiegare una forza ſuperiore al peſo di coteſto fluido ambiente; e chi ſa, qual doveſſe eſſere una cotal forza?

Ma una maſſa di ſimil fatta è un ente di ragione: tutti i corpi ſono poroſi; ſolamente il più, od il meno li diverſifica: i pezzi, che li compongono, non ſono uniti, che in parte, ed i vacui, che reſtano fra mezzo, ſono fuor di

ogni

ogni dubbio ripieni di que' fluidi, ne' quali sono stati i corpi formati; imperocchè li diremo forse spazj assolutamenue vuoti? Non già. Le concrezioni, che si fanno nell' acqua, non son elleno sempre umide internamente? E non vediam noi uscire da ogni fatta di materie una grandissima quantità d'aria, quando cessar si fan le cagioni, che ve la imprigionano? Vi è dunque dell' aria sottile in tutti i corpi; e tanto più ve n'è, quanto la loro porosità è meglio proporzionata alla sottigliezza di questo fluido: imperocchè potrebbe darsi, che un corpo più composto contenesse tanto, o più d'aria sottile, quanto un altro corpo più poroso, se questi insieme con questo fluido ammettesse ancora qualche altra materia più crassa; esempigrazia, l'aria, o l'umido dell' atmosfera.

Più che vi ha d'aria sottile nell' interno d' corpo, men questo corpo è duro; perchè allora le parti solide, che lo compongono, si toccano per meno di superfizie; e la pressione esterna è più sostenuta da quella, che il fluido trasmette al di dentro. Quando, esempigrazia, la cera, sensibilmente s'ammollisce, questo avviene, perchè l'aria sottile, ond'ella è penetrata, dilatata dal calore, dilata similmente gli spazj, ch' ella occupa; e però che codesti spazj non possono crescere se non per l'allontanamento mutuo delle parti solide, che li circondano, il contatto di queste divien più raro, la loro congiunzione meno puntuale, la loro coerenza men salda.

La dilatazione de' pori non solamente fa crescere la pressione, che l'aria sottile trasmette al di dentro de' corpi, somministrandogli una base

più

più larga; ma fa nascere eziandio comunicazioni d'interstizj con interstizj: uno, od un altro poro isolato tra le parti solide s'apre e lascia un libero accesso al fluido, che le separa; quindi avvengono delle divisioni e delle suddivisioni, che fanno apparire la massa totale sotto diversi gradi di mollezza, sin a tanto che finalmente le parti divise, quanto lo possono essere per lo stato attuale del fluido, e non toccandosi quasi più, sono disposte a moversi indipendentemente le une dall'altre, il che si chiama *essere liquido*.

Ma però che tutti i corpi non sono egualmente porosi, che le loro parti non hanno la medesima figura, e si toccano, e si schierano in diverse infinite maniere; il grado altresì di durezza non è lo stesso in tutti, e non si perde con la medesima facilità. Il calore, che regna ordinariamente ne' nostri climi, basta per fare scorrere l'acqua; nè abbisogna di più per render liquida la cera, e molto più ancora per mettere in fusione i metalli.

Quando i corpi sono arrivati allo stato di liquidità, le loro molecule o parti integranti conservano la lor durezza naturale; perchè sono compresse da tutte le parti, e non hanno niente al di dentro di se stesse, che s'opponga a questa pressione del fluido circonfuso.

Non pretendo per questo, ch'elleno sieno indivisibili, nè tampoco assolutamente inflessibili. Gli elementi, che le compongono, come i due marmi lisci ed eguali, possono forse sdrucciolare parallelamente ai loro piani, mutar figura, ed anche separarsi.

Ma quello, ch'io dico quì per le parti, diventa for-

forse un'obbiezione contro la durezza totale del volume? Se più laminette sdrucciolano facilmente, e facilmente si separano, quando tiransi parallelamente ai loro piani, non sembra egli, che la pressione dell'aria sottile dovrebbe rendere i corpi duri solo in un senso, e relativamente ad una forza impiegata in una direzione perpendicolare al piano del contatto?

Questa obbiezione averebbe tutta la sua forza, se si trattasse d'un corpo, che avesse sol due, o tre parti solide, posate parallelamente le une sopra l'altre; ma questa supposizione non ha luogo nè men ne' più piccoli volumi di materia. Quanti pezzi al contrario non s'attribuiscono a codeste porzioncelle di materia, che più non si dividono nè per mezzo dell'arte, nè per mezzo della natura? E quante posizioni differenti non si può egli credere, che affettino? Prendiamo in esempio quell'ammassamento rozzo e grossolano, che è rappresentato nella *Fig.* 22. E' vero, che il pezzo *a* sdrucciolerebbe con facilità nella direzione *a d*, se s'attenesse solo agli altri due pezzi *b c*; ma questo movimento è perpendicolare alle superficie di *f*, e di *e*; e per separarnelo, bisogna vincere la pressione, che lo ritiene. Il pezzo *g* potrebbe parimenti moversi con facilità verso *a*, se la sua aderenza in *h* non vi si opponesse. Quindi giudicar si può di quello, che avviene nella composizion naturale de' corpi, ove il gran numero delle parti, e gli ordini differenti ch'elleno prendono, producono la durezza in tutte le fatte di direzioni.

Da questa stessa risposta nasce una difficoltà, che convien rimovere. Se i corpi, dirà taluno,

sono duri da tutti i lati; perchè sono composti d'un gran numero di parti differentemente disposte, dovrebbe seguire, che la durezza per tutti i versi scemi, a misura che si dividono i corpi; e che le più piccole masse sono più facili a dividersi, che le più grandi: cosa affatto opposta alle idee, che abbiamo della divisibilità de' corpi, che tanto più appar difficile, quanto più oltre è portata.

1°. Non si tratta quì del maggior numero: basta un numero sufficiente di parti, e schierate in guisa, che vi sia sempre qualcuna delle loro superficie applicate perpendicolarmente alla direzione d'una forza esterna, adoperata per disunirle; e non si può addurre alcuna divisione praticata, o praticabile, che c'interdica questa supposizione: l'idea, che si ha, e che si deve avere in Fisica, del numero prodigioso di parti contenute sotto il più piccol volume di materia, che possa soggiacere alle nostre prove, dee metterci al sicuro da ogni rimprovero per tal verso.

2°. Quand'anche fosse vero, che i corpi infinitamente piccioli fossero composti di parti più idonee alla divisione; o perchè presentano meno di superficie alla pressione esterna, che le contiene; o perchè una disposizione più semplice permette loro di sdrucciolare l'una sull'altra, come potremmo noi saperlo? Noi giudichiamo della durezza de' corpi dalla difficoltà, che proviamo in dividerli: secondo che ci van mancando i mezzi per operare questa divisione, eziandio s'ella fosse più facile in se stessa, cioè per parte del corpo divisibile, noi ne formiamo altro giudizio; e codesto corpo ci sembra tanto più duro, quanto meno

no ſopra di lui hanno i noſtri sforzi efficace valore. Quando ſepariamo due marmi adereſcenti col farli ſdrucciolare l'un ſopra l'altro, la facilità, con la quale ſi fa queſta ſeparazione, naſce forſe, perchè queſti due corpi, ſervata la proporzione, ſono meno aderenti inſieme, che nol ſon altri corpi picciolíſſimi, e ſimilmente applicati l'uno all'altro? O non naſce ella piuttoſto, perchè noi poſſiamo facilmente adoperarci forze, che li tirano per verſo contrario? Così la durezza de' corpi, che noi conſideriamo come attualmente indiviſibili, eſſer potrebbe veriſimilmente eguale, e forſe inferiore a quella d'una maſſa più grande della ſteſſa materia, tuttochè riſpetto a noi ella ſia eceſſiva; perchè non conoſciamo alcun agente, che intaccar la poſsa.

I due ſtati oppoſti, voglio dire la ſolidità e la fluidità, dipendono dunque dalla medeſima cagione: l'aria ſottile è, che fiſſa le parti d'una materia, quando la ſua preſſione eſterna eccede la reazione, ch'ella fa dentro; e queſto iſteſſo fluido rende e mantiene mobili le parti, introducendoſi fra eſſe in ſufficiente quantità. Per queſto ſenza dubbio tutte le materie, che paſſano da uno ſtato all'altro, mutan di grandezza; imperocchè, poichè un corpo ſolido diventa fluido per l'introduzione d'una materia ſtraniera, che lo penetra in maggior quantità, ed egli non ritorna alla ſua prima conſiſtenza, ſe non quando queſta materia ceſſa di dilatarlo; egli è naturale e manifeſto, che più di luogo egli occupa eſſendo liquido, che quando è ſolido. E queſto in fatti ſuccede ordinariamente; e io faronne conoſcere de' curioſiſſimi eſempj, quando tratterò del Fuoco. Coteſta è la regola generale,

che ha però alcune notabili eccezioni, delle quali ragionerò altrove.

Alcune materie, che hanno dall'aria sottile la loro liquidità, la comunicano per se medesime a' corpi solidi. L'acqua, esempigrazia, ammollisce la terra, e la converte in limo; disunisce le parti del sale, del zucchero ec. Lo spirito di vino, e gli olj disciolgono le gomme, ed i bitumi; il mercurio s'amalgama col piombo, collo stagno, coll'oro, e coll'argento; ma non essendo la fluidità altro, che un modo d'essere, tosto che la causa cessa, che il dissolvente s'evapora, ciò che reso aveva fluido, ritorna ordinariamente alla sua prima consistenza.

Tutti questi effetti sono altrettanti mezzi, che l'Arti han saputo volgere in lor profitto: due soli esempj io quì n' addurrò.

L'indoratura, che chiamasi d'*oro macinato*, o *spolverizzato*, è certamente la più bella e la più durevole di tutte quelle, che sono in uso. Ella non è altro, che oro estremamenre diviso, le cui parti sono come incastrate ne' pori stessi del metallo, sul quale va applicato; ed ecco come ciò s'eseguisce. Mettesi una certa quantità d'oro fino nel mercurio; questi due metalli s'uniscono in tal maniera, che comunicando l'uno una parte della sua fluidità all'altro, questa mescolanza diventa come una pasta, la qual si chiama *amalgama*: s'applica, e si distende questa preparazione sul pezzo, che si vuol dorare; e quindi, mercè l'azione del fuoco, si fa evaporar il mercurio; l'oro, ch'è fisso, rimane; ed i pori del metallo dorato, che il calore ha dilatati, e che raffreddandosi si richiudono, rattengono in se, come piccioli castoni,

ſtoni, le particelle d' oro, che ivi ſon collocate.

La gomma lacca, la ſandaraca, il maſtice in lagrime ec. ſi diſſolvono, e ſi eſtendono nello ſpirito di vino; il Karabe, o ſuccino, e la gomma *copal* s' ammoliſcono e ſi liquefanno nell' olio di lino, e ſi eſtendono poſcia nell' olio graſſo, e nello ſpirito di trementina. Tutte queſte diſſoluzioni, che chiamanſi *vernici*, s' applicano ſul legno, od altrove; e quando il diſſolvente è ſvaporato, le gomme, ch' egli avea reſe liquide, ripigliano la loro durizie, e la loro lucentezza.

Da queſti eſempj ſi vede pertanto, che la liquidità non muta niente per ſe ſteſſa nella natura de' corpi. Se la lor coerenza è tale, che ceder non poſſa fuor che ad una azione violenta per parte del diſſolvente, può farſi, ch' egli tolga loro qualche parte della ſoſtanza; ma queſto è un caſo, e non una conſeguenza neceſſaria della liquidità in generale.

Vi ſon de' caſi, ne' quali ſi vede ceſſare o ſcemare la liquidità, ſenza che la cauſa, che l' avea prodotta, appaja ceſſar dalla ſua azione. Due liquori meſcolati inſieme prendono tutt' in un tratto una conſiſtenza più, o men grande, tuttochè non vi ſi oſſervi alcun grado di raffreddamento ſenſibile. Queſto effetto, che chiamaſi comunemente *coagulum*, può ſpiegarſi, ſupponendo, che le parti ſon di tali figure, che s' intralciano reciprocamente, e fan ceſſare fra eſſe quella mobilità, in che conſiſte principalmente lo ſtato di liquore. Il più bel *coagulo*, che a me ſia noto, è quello, che ſi fa con l' olio di calce, e coll' olio di tartaro per deliquio: quando ſi agita un poco queſta miſtura con una ſpazzola, ella

 ſi con-

si converte in una massa bianca, a cui si fa prender la forma che si vuole, e che s'indura come la cera. Si coagula pur uno spirito volatile urinoso molto sottile con lo spirito di vino ben rettificato; il bianco dell' uovo, con lo spirito di sale; il sangue con l' acqua vita. Quest' ultima esperienza insegna, di qual importanza sia l' usar sobriamente i liquori spiritosi; poichè eglino sono capaci d' alterare la fluidità del sangue.

Per quanto verisimile possa parere la spiegazione della durezza e della fluidità de' corpi, fondata sull' azione d' un fluido quasi generalmente ammesso, tuttochè sotto nomi differenti; dissimular non devo tuttavolta, che molti Fisici non ne convengono, e glie ne sostituiscono un' altra.
„ L' attrazione reciproca delle particelle di materia, dicono, è grandissima, quando ellèno si toccano; ma fuori del punto del contatto talmente ella decresce, che ad una sensibile, ma picciolissima distanza, si converte in forza repulsiva (*). I corpi sono solidi, finchè la virtù attrativa delle loro parti è più forte che la virtù repulsiva, che il calore d' ordinario dà loro; ma s' ammolliscono a misura che la virtù repulsiva diventa più forte, di maniera che quando questa forza la vince sull' attrazione, non sol la massa diventa liquore, ma si cangia bene spesso in un fluido, che s' evapora (*a*).

Il Gravesande, e quelli, che a par con esso puntualmeute seguitano le idee Newtoniane, non danno tai leggi, se non che come fenomeni: *Hoc*

(*) s'Gravesand. Phys. Elem. Mathem. p. 18. ed. 1742.
(*a*) ibid. pag. 662.

Hoc nomine phænomenon, non causam designamus †. Non fanno difficoltà alcuna di confessare, che simili effetti possono provenire da qualche impulsione: *etsi forte hoc per impulsum fiat* *. Nè dobbiam noi dubitare, ch' eglino non ricevano la pression dell'aria sottile ed i suoi effetti, almeno come un'ipotesi probabilissima. Le pretensioni de' Cartesiani a nulla di più si estendono; e però si può dire, ch' eglino sono appresso a poco d'accordo con cotesti primi difensori delle attrazioni.

In quanto a coloro, che stimano le virtù attrattive e repulsive, come tanti principj, i quali non hanno cagion fisica; eglin non pretendono senza dubbio, che ciò che asseriscono sia una cosa dimostrata; in fatti non è che una supposizione, cui appoggiano a sole probabilità, e verisimiglianze. Se fosse vero, che non si avessero delle ragioni più forti per ammettere l'aria sottile, pur ancor direi, che messa a rincontro un' ipotesi ad un'altra ipotesi, sembrane a me più sicuro quel raziocinio, che ha la base sopra principj meccanici, e intelligibile, che quello, il quale s' appoggia a novità, le quali non presentansi all' intelletto sotto idee familiari.

Del resto il principio delle attrazioni, nel divisamento particolar de' fenomeni, ha poi egli così felici applicazioni, come alcun potrebbe immaginarselo? Molto egli ha perduto della sua semplicità, nel passar dalle mani del Sig. Newton in quelle de' suoi discepoli. Ne' moti celesti, operando cotesta forza in ragion diretta delle masse, e in ragione inversa del quadrato della distanza, basta a tutto, e sominiſtra ragioni per

X 4 ispie-

† Ibid. pag. 18. * Ibid.

ispiegare tutte quelle gran rivoluzioni, che animano l' universo: il progetto è bellissimo. Ma quando si tratta de' fenomeni sullunari, di quegli effetti, che vediam più da presso, e l' esame de' quali ci è più facile ed alla mano, la virtù attrativa è un Proteo, che muta spesso di forma. Le rupi e le montagne non danno alcun segno sensibile d' attrazione. " Perchè, dicono i „ Newtoniani, coteste picciole attrazioni parti„ colari, son come assorbite da quella del globo „ terrestre, ch' è infinitamente più grande „. Pure ne vien data per un effetto della virtù attrattiva la schiuma, che ondeggia su d' una tazza di caffè, e che con velocità sensibilissima portasi verso gli orli del vaso: " Quanto più le „ parti d' un corpo si toccano, tanto più s' at„ traggono „. Perchè dunque, allorchè maggiormente si ravvicinano col comprimerle, tendon elleno per lo più a rimettersi come erano avanti la compressione (intendo una compressione eguale da ogni parte, che cambia sol la grandezza, e non già la figura). " Perchè dopo d' essere „ tirate quanto esserlo possono, si rispingono vi„ cendevolmente „. Perchè (dimando io) i vapori dilatati hanno tanta forza? " La ragione „ si è, rispondono, perchè le parti, che si attrae„ vano sotto lo stato di liquore, si rispingono „ con violenza sotto quel di vapori „. Poichè la virtù attrattiva è una forza compartita a tutto quello, ch' è materia, perchè certi corpi, come l' acqua e l' olio, non possono insieme unirsi? " Perchè, rispondono, vi ha delle materie, „ le quali si rispingono naturalmente, ec.

E' egli poi questo il linguaggio d' una buona Fisica? E non abbiam ragion di temere, che aco-

costumandovici, e mettendo così le attrazioni e le ripulsioni ad ogni uso diverso, giungiamo finalmente a lasciar da canto quegli esami e quelle ricerche, che son cotanto necessarie a' progressi delle nostre cognizioni; ed in cotal guisa chiudiam l'adito a parechie scoperte, che di così fatti esami sarebbono il frutto?

Fine del Tomo Secondo.

TAVOLA DELLE MATERIE

contenute in queſto ſecondo Volume.

I. ESP.

LEZIONE SETTIMA.

Sopra l' Idrostatica.

TER-

LEZIONE OTTAVA.

Si continua a ragionare dell' Idrostatica.

PRI-

Pri-

Fine della Tavola delle Materie.

Fig. 2.
f
b
A
a
M
E
B
F
C
G
O
D
H
N
L
I
K
Fig. 3.
M
1
2
3
4
5
6
G
a
h
b
k
c
l
d
o
e
p
C
n
Fig. 4.
Fig. 5.
P
R
Q
T
S
t
Fig. 6.
X
V
y
Y
Z
u
Fig. 1.
A
B
C
D
S
R
T

Fig. 9.

Fig. 12.
G
I
H
Fig. 15.
B
M
D
C
Fig. 14.
A
B
1
2
3
d
m
C
H
D
I
K
E
L
R
Q
p
T
Fig. 13.
P
N
S
M
L
O
Fig. 10.
M
a
b
d
e
h
c
f
1
2
3
4
5
6
Fig. 11.
A
B
D
E

Fig. 19.
C
D
Fig. 20.
Fig. 21.
A
B
A
D
C
F
A
F
D
C
Fig. 18.
Fig. 16.
Fig. 17.
H
G
F
E
D
A
B

Fig. 24.

Fig. 23.

Fig. 22.

b
c
d
a
L
G
M
H
F
f
I
V
X
T
Y
R
S
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 28.
Fig. 27.

Fig. 6.
L
C
P
Q
T
S
R
Fig. 7.
G
F
I
D
H
E
A
C
B
E
Fig. 3.
L
M
Fig. 2.
I
H
K
C
F
L
M
D
Fig. 4.
Fig. 1.
A
B
C
Fig. 5.

Fig . 10 .
Fig : 11 .
Fig . 13 .
Fig 12
Fig . 8 .
Fig . 9 .
C
K
A
G
H
I
P
1
2
3
4
5
6
7
8
9
D
B
c
d
C
E
F
A
a
G
H

Fig. 17.
A
B
M
a
d
b
c
2
3
Fig. 14.
f
c
F
i
d
A
k
a
e
b
g
h
D
C
p
Fig. 20.
a
c
h
d
e
f
g
b
Fig. 21.
4
1 3
2 2
3 1
4
Fig. 15.
M
N
O
L
Q
P
Fig. 19.
I
F
E
G
D
H
Fig. 18.
A
B
E
C
D

H
D
f
C
D
F
E
G
M
c
Fig.16.

Fig· 22·
F
1
2
3
4G
K
a
b
c
d
e
f
g
H
I
Fig· 23·
C
P
k
M
r
q
Fig· 24·
G
F
C
I
K
L
H
E
D

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
1 2 3 4 5
b a c
c
L
k
l
e d g f
h
k
i
Q

Fig. 8.
Fig. 7.
Fig. 9.
Fig. 6.
e
b
f
a
c
d
I
G
O
H
M
P
N
L
K
E
F
A
D
B
C

Fig. 11.
Fig. 13.
Fig. 10.
G
H
E
F
L
M
Fig. 14.
C
D
B
A
K
Fig. 12

Fig. 15
a
b
Fig. 16.
g
h
i
k
l
m
c
d
Fig. 17.
n
q
p
o
Fig. 18.
2
1
I
Fig. 19.

Fig. 24.
F
K
H
I
G
Fig. 22.
C
D
Fig. 25.
Fig. 20.
A
B
D
Fig. 23.

Fig·27
Fig·28.

Fig. 29.
Fig. 32.
Fig. 30.
Fig. 37.
Fig. 35.
Fig. 34.
Fig. 33.
Fig. 36.
Fig. 31.

Fig. 9.
Fig. 7.
Fig. 10.
Fig. 4.
Fig. 5.
F. 11
Fig. 8.
Fig. 6.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
I
C
h
N
k
M
B
A
F
G
D
E

Fig. 15.
Fig. 14.
Fig. 12.
F. 13.
Fig. 16.
Fig. 18.
Fig. 17.
Fig. 22.
Fig. 20
F. 21.
Fig. 19.

B
B
A
E

Fig. 6
B
C
A
D
E
F
V
u
Fig. 5
R
s
Fig. 2
G
F
E
A
a
i
D
g
h
f
k
B
d
C
Q
G
Fig. 4
X
Fig. 1
q

Fig. 3
Fig. 7
H
O
Z
T

B
A
b
b
a
a
D
C
F
E
H
G
K
I
R
P
Q
O
L
N
M

r
p
o
q
h
r
o
s
g
r
o

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5

H
G
F
E
Fig. 4
15
30
L
B
g
x
C
k
D
h
i
Fig. 1
Fig 5
Fig. 3
H
E
F
G
A
a
b
B
Fig. 6
Fig. 2
C
B
c

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig 4

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5

Fig. 6
Fig. 2
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 3
Fig. 1

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 1
Fig. 2
Fig 2

Fig. 3
Fig. 2
Fig 1
G
H
Fig. 4
K
I
P
D
E
B
Fig. 5
A
F
C
H
Fig. 7
Q
B
Fig. 8
K
L
R
V
X
Fig. 7
N
Fig 6
b
B

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5

LEZIONI DI FISICA SPERIMENTALE

DEL SIG.

ABATE NOLLET,

Dell' Accademia Reale delle Sciénze di Parigi, e della Regia Società di Londra.

TOMO SECONDO.

IN VENEZIA.